

REGIONE UMBRIA

A.T.I. nn. 1 e 2
dell'UMBRIA



*REVAMPING, POTENZIAMENTO E REALIZZAZIONE
TRATTAMENTO TERZIARIO DELL'IMPIANTO DI
DEPURAZIONE IN LOC. SANTA MARIA DEI POGGIALI
- AGGLOMERATO DI MARSCIANO -*

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONI TECNICHE:

DISCIPLINARE PRESTAZIONALE

ALLEGATO:

3

ELABORATO:

1

SCALA:

NOME FILE

CODICE COMMESSA

DATA PROGETTO:

A03E01DISCIR00-UMA_MARSC_PP

UMA_MARSC_PP

GENNAIO 2015

PROGETTAZIONE:



AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2008

Via Copernico n° 99 – 47122 Forlì

Tel. 0543/795295 Fax 0543/798310 - Email: info@ispstudio.it - www.ispstudio.it

ING. CRISTINA PAGLIONICO

UMBRA ACQUE S.P.A.
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. MARINO BURINI

PROCEDURA DI CONTROLLO INTERNO:

REV.	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	VALIDAZIONE:	DATA:
00	SPOSTAMENTO LINEA POTENZIAMENTO	DN	ES	CP	APRILE 2015
01					

1.	CAPO 1 – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	17
1.1	ACCETTAZIONE	17
1.2	IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI	17
1.3	IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO	17
1.4	MATERIALI RICICLATI	17
1.5	NORME DI RIFERIMENTO	17
1.6	PROVVISTA DEI MATERIALI	17
1.7	SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO	17
1.8	ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE	17
1.9	INDENNITÀ PER OCCUPAZIONI TEMPORANEE E DANNI ARRECATI	17
1.10	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	17
1.10.1	..... IDENTIFICAZIONE CERTIFICAZIONE	
1.10.2	..... PROVE SPERIMENTALI	
1.10.3	..... PROCEDURE DI CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA	
1.10.4	..... CERTIFICATO D'ACCETTAZIONE	
1.11	COMPONENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	18
1.11.1	..... LEGANTI PER OPERE STRUTTURALI	
1.11.2	..... FORNITURA	
1.11.3	..... MARCHIO DI CONFORMITÀ	
1.11.4	..... METODI DI PROVA	
1.11.5	..... AGGREGATI	
1.11.6	..... SISTEMA DI ATTESTAZIONE DELLA CONFORMITÀ	
1.11.7	..... MARCATURA CE	
1.11.8	..... CONTROLLI D'ACCETTAZIONE	
1.11.9	..... SABBIA	
1.11.10	..... VERIFICHE SULLA QUALITÀ	
1.11.11	..... NORME PER GLI AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DI CALCESTRUZZI	
1.11.12	..... NORME PER GLI AGGREGATI LEGGERI	
1.11.13	..... AGGIUNTE	
1.11.14	..... CENERI VOLANTI	
1.11.15	..... MICROSILICE	
1.11.16	..... ADDITIVI	
1.11.17	..... ADDITIVI ACCELERANTI	
1.11.18	..... ADDITIVI RITARDANTI	
1.11.19	..... ADDITIVI ANTIGELO	
1.11.20	..... ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI	
1.11.21	..... ADDITIVI AERANTI	
1.11.22	..... AGENTI ESPANSIVI	
1.11.23	..... ANTIEVAPORANTI	
1.11.24	..... PRODOTTI DISARMANTI	
1.11.25	..... METODI DI PROVA	
1.11.26	..... ACQUA DI IMPASTO	
1.12	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	24
1.12.1	..... REQUISITI PRINCIPALI	
1.12.2	..... PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO	
1.12.3	..... CONTROLLI DI PRODUZIONE IN FABBRICA E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE	
1.12.4	..... MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE	
1.12.5	..... IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI	
1.12.6	..... I CONTROLLI E LA DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO	
1.12.7	..... PROVE DI QUALIFICAZIONE E VERIFICHE PERIODICHE DELLA QUALITÀ	
1.12.8	..... ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO E CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	
1.12.9	..... ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO	
1.12.10	..... ACCIAI PER CEMENTO ARMATO TRAFILATI A FREDDO	
1.12.11	..... ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE	
1.12.12	..... CARATTERISTICHE DIMENSIONALI	
1.12.13	..... BARRE E ROTOLI	
1.12.14	..... PROCEDURE DI CONTROLLO IN STABILIMENTO	
1.12.15	..... RETI E TRALICCI ELETTRISALDATI	
1.12.16	..... PROCEDURE DI CONTROLLO IN STABILIMENTO	
1.12.17	..... SALDABILITÀ	
1.12.18	..... TOLLERANZE DIMENSIONALI	
1.12.19	..... ACCIAI INOSSIDABILI	
1.12.20	..... ACCIAI ZINCATI	
1.12.21	CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE O NEI LUOGHI DI LAVORAZIONE DELLE BARRE. ACCETTAZIONE IN CANTIERE.	
1.12.22	..... PROVE DI ADERENZA	
1.12.23	..... NORME DI RIFERIMENTO	

1.13	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE	31
1.13.1	.....	GENERALITÀ
1.13.2	.....	ACCIAIO LAMINATO
1.13.3	.....	CONTROLLI SUI PRODOTTI LAMINATI
1.13.4	.....	FORNITURA DEI PRODOTTI LAMINATI
1.13.5	.....	ACCIAIO PER GETTI
1.13.6	.....	ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE
1.13.7	.....	BULLONI E CHIODI
1.13.8	.....	ACCIAI INOSSIDABILI
1.13.9	.....	PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA
1.13.10	.....	ELEMENTI DI LAMIERA GRECATI E PROFILATI FORMATI A FREDDO
1.13.11	.....	CONTROLLI IN STABILIMENTO
1.13.12	.....	PROVE DI QUALIFICAZIONE
1.13.13	.....	CONTROLLO CONTINUO DELLA QUALITÀ DELLA PRODUZIONE
1.13.14	.....	VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ
1.13.15	.....	CONTROLLI SU SINGOLE COLATE
1.13.16	.....	OFFICINE DI TRASFORMAZIONE
1.13.17	.....	CENTRI DI PRELAVORAZIONE DI COMPONENTI STRUTTURALI
1.13.18	.....	CONTROLLI IN CANTIERE
1.13.19	.....	PRELIEVO E DOMANDA DI PROVA AL LABORATORIO
1.13.20	.....	CERTIFICATO DI PROVA
1.13.21	.....	BULLONI E CHIODI
1.13.22	.....	NORME DI RIFERIMENTO
1.14	ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI	38
1.14.1	.....	GENERALITÀ
1.14.2	.....	REQUISITI MINIMI DEGLI STABILIMENTI E DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE
1.14.3	.....	CONTROLLO DI PRODUZIONE
1.14.4	.....	CONTROLLO SUI MATERIALI PER ELEMENTI DI SERIE
1.14.5	.....	CONTROLLO DI PRODUZIONE DI SERIE "CONTROLLATA"
1.14.6	.....	PROVE DI TIPO INIZIALI PER ELEMENTI DI SERIE CONTROLLATA
1.14.7	.....	MARCATURA
1.14.8	.....	PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE
1.14.9	.....	QUALIFICAZIONE DELLO STABILIMENTO
1.14.10	.....	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE DICHIARATA
1.14.11	.....	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE CONTROLLATA
1.14.12	.....	SOSPENSIONI E REVOCHE
1.14.13	.....	DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO DELLA FORNITURA
1.14.14	.....	NORME COMPLEMENTARI RELATIVE ALLE STRUTTURE PREFABBRICATE
1.14.15	.....	PRODOTTI PREFABBRICATI
1.14.16	.....	PRODOTTI PREFABBRICATI IN SERIE QUALIFICATA DICHIARATA
1.14.17	.....	PRODOTTI PREFABBRICATI IN SERIE QUALIFICATA CONTROLLATA
1.14.18	.....	RESPONSABILITÀ E COMPETENZE
1.15	ELEMENTI PER SOLAI MISTI IN C.A.	41
1.15.1	.....	IMPIEGO DI BLOCCHI DIVERSI DAL LATERIZIO
1.15.2	SOLAI REALIZZATI CON L'ASSOCIAZIONE DI ELEMENTI IN C.A. E C.A.P. PREFABBRICATI CON UNIONI E/O GETTI DI COMPLETAMENTO	
1.16	ELEMENTI STRUTTURALI COMPOSTI	42
1.16.1	.....	GENERALITÀ
1.16.2	.....	ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO
1.16.3	.....	TRAVI COMPOSTE
1.16.4	.....	SOLETTE COMPOSTE CON LAMIERA GRECATI
1.16.5	.....	COLONNE COMPOSTE
1.17	CALCI.....	43
1.18	LATERIZI.....	43
1.18.1	.....	GENERALITÀ
1.18.2	.....	REQUISITI
1.18.3	.....	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE
1.18.4	.....	ELEMENTI IN LATERIZIO PER SOLAI
1.18.5	.....	TAVELLE E TAVELLONI
1.19	PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE E CONTROSOFFITTI	43
1.19.1	.....	GENERALITÀ
1.19.2	.....	A) NORME GENERALI
1.19.3	.....	B) RIVESTIMENTI RESILIENTI PER PAVIMENTAZIONI
1.19.4	.....	C) POSA IN OPERA
1.19.5	.....	CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI IN LEGNO PER PAVIMENTAZIONE
1.19.6	.....	CLASSIFICAZIONE SU METODO DI FORMATURA ED ASSORBIMENTO D'ACQUA DELLE PIASTRELLE IN CERAMICA
1.19.7	.....	PRODOTTI IN GOMMA PER PAVIMENTAZIONI

1.19.8	.....	PRESCRIZIONI DEI PRODOTTI IN VINILE	
1.19.9	.....	PRODOTTI DI RESINA	
1.19.10	.....	PRODOTTI DI CALCESTRUZZO PER PAVIMENTAZIONI	
1.19.11	.....	MATTONELLE DI CEMENTO	
1.19.12	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.19.13	.....	MASSELLI DI CALCESTRUZZO	
1.19.14	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.19.15	.....	PRODOTTI IN PIETRE NATURALI	
1.19.16	.....	MATTONELLE DI ASFALTO	
1.19.17	.....	PROVE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI DA PAVIMENTAZIONE IN LASTRE O PIASTRELLE	
1.19.18	.....	I PRODOTTI TESSILI PER PAVIMENTI (MOQUETTES).	
1.19.19	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.19.20	.....	REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA PAVIMENTAZIONE ANTISDRUCCIOLEVOLE	
1.20	PRODOTTI E MATERIALI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE		48
1.20.1	.....	PRODOTTI A BASE DI LATERIZIO, CALCESTRUZZO E SIMILARI	
1.20.2	.....	PRODOTTI ED I COMPONENTI PER FACCIATE CONTINUE.	
1.20.3	.....	PRODOTTI E COMPONENTI PER PARTIZIONI INTERNE PREFABBRICATE	
1.20.4	.....	PRODOTTI A BASE DI CARTONGESSO	
1.20.5	.....	BLOCCHI DI GESSO	
1.20.6	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.21	PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)		49
1.21.1	.....	DEFINIZIONI	
1.21.2	.....	LE LASTRE DI FIBROCEMENTO ECOLOGICO	
1.21.3	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.21.4	.....	LASTRE DI MATERIA PLASTICA RINFORZATA	
1.21.5	.....	LASTRE DI METALLO	
1.22	IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE		51
1.22.1	.....	GENERALITÀ	
1.22.2	.....	MEMBRANE	
1.22.3	.....	PRODOTTI FORNITI IN CONTENITORI	
1.22.4	.....	MEMBRANE DESTINATE A FORMARE STRATI DI SCHERMO E/O BARRIERA AL VAPORE	
1.22.5	.....	CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE	
1.22.6	.....	MEMBRANE DESTINATE A FORMARE STRATI DI CONTINUITÀ, DI DIFFUSIONE O DI EGUALIZZAZIONE DELLA PRESSIONE DI VAPORE	
1.22.7	.....	MEMBRANE DESTINATE A FORMARE STRATI DI TENUTA ALL'ARIA	
1.22.8	.....	MEMBRANE DESTINATE A FORMARE STRATI DI TENUTA ALL'ACQUA	
1.22.9	.....	MEMBRANE DESTINATE A FORMARE STRATI DI PROTEZIONE	
1.22.10	.....	MEMBRANE A BASE DI ELASTOMERI E DI PLASTOMERI	
1.22.11	.....	PRODOTTI FORNITI SOTTO FORMA DI LIQUIDI O PASTE	
1.22.12	.....	BITUMI DA SPALMATURA PER IMPERMEABILIZZAZIONI	
1.22.13	.....	MALTE ASFALTICHE	
1.22.14	.....	ASFALTI COLATI	
1.22.15	.....	MASTICE DI ROCCE ASFALTICHE	
1.22.16	.....	MASTICE DI ASFALTO SINTETICO	
1.22.17	.....	PRODOTTI FLUIDI OD IN PASTA A BASE DI POLIMERI ORGANICI	
1.22.18	.....	RINFORZO DI GUAINES LIQUIDE A BASE DI RESINE ACRILICHE ED EPOXIBITUMINOSE	
1.22.19	.....	ALTRE NORME DI RIFERIMENTO	
1.23	VETRI		54
1.23.1	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.23.2	.....	VETRI DI SICUREZZA. PROVE	
1.23.3	.....	PROVA D'URTO	
1.23.4	.....	PROVA DI FLESSIONE	
1.23.5	.....	APPLICAZIONE DELLE LASTRE DI VETRO DI SICUREZZA	
1.24	INFISSI IN LEGNO ED IN METALLO		55
1.24.1	.....	GENERALITÀ. DEFINIZIONI	
1.24.2	.....	FORME. LUCI FISSE	
1.24.3	.....	SERRAMENTI INTERNI ED ESTERNI	
1.24.4	.....	SCHERMI (TAPPARELLE, PERSIANE, ANTONI)	
1.24.5	.....	PRESCRIZIONI DIMENSIONALI IDONEI AI PORTATORI DI HANDICAP	
1.24.6	.....	INFISSI ESTERNI	
1.24.7	.....	SERRAMENTI IN ACCIAIO	
1.24.8	.....	FINITURA SUPERFICIALE E VERNICIATURA	
1.24.9	.....	GUARNIZIONI	
1.24.10	.....	SIGILLANTI	
1.24.11	.....	PORTE RESISTENTI AL FUOCO	
1.24.12	.....	MARCHIO DI CONFORMITÀ (UNI 9723)	
1.24.13	.....	PORTE INSTALLATE LUNGO LE VIE DI USCITA	

1.24.14.....	CRITERI DI INSTALLAZIONE	
1.24.15.....	SISTEMI DI APERTURA DELLE PORTE	
1.24.16.....	PORTE SCORREVOLI E PORTE GIREVOLI	
1.24.17.....	INSTALLAZIONE IN FABBRICATI DESTINATI ANCHE AD ALTRO USO O IN LOCALI INSERITI NELLA VOLUMETRIA DEL FABBRICATO	
1.24.18.....	LOCALI DI INSTALLAZIONE DI IMPIANTI CUCINA E LAVAGGIO STOVIGLIE	
1.25.....	PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO.....	59
1.25.1.....	DEFINIZIONI	
1.25.2.....	CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI	
1.25.3.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
1.25.4.....	MATERIALI FONOASSORBENTI CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA	
1.26.....	PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO.....	60
1.26.1.....	DEFINIZIONI	
1.26.2.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
1.26.3.....	MATERIALI FONOISOLANTI CHE ASSUMONO LA FORMA DEFINITIVA IN OPERA	
1.27.....	TUBAZIONI GLI IMPIANTI DI ADDUZIONE DELL'ACQUA E GAS, FOGNATURE, ECC.	61
1.27.1.....	TUBI IN ACCIAIO	
1.27.2.....	TOLLERANZE	
1.27.3.....	TIPOLOGIE TUBI	
1.27.4.....	TUBI SENZA SALDATURA	
1.27.5.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.27.6.....	TUBI CON SALDATURA	
1.27.7.....	DESIGNAZIONE E MARCATURA DEI MATERIALI	
1.27.8.....	RIVESTIMENTO INTERNO	
1.27.9.....	NORME DI RIFERIMENTO:	
1.27.10.....	RIVESTIMENTO ESTERNO	
1.27.11.....	TUBAZIONI IN GRES	
1.27.12.....	TUBAZIONI IN PVC	
1.27.13.....	TUBI PER CONDOTTE INTERRATE DI CONVOGLIAMENTO DI GAS COMBUSTIBILI	
1.27.14.....	DESIGNAZIONE E MARCATURA	
1.27.15.....	RACCORDI	
1.27.16.....	GIUNZIONI	
1.27.17.....	TUBAZIONI DI FIBROCEMENTO	
1.27.18.....	MARCATURA E DENOMINAZIONE	
1.27.19.....	GIUNTI, RACCORDI E GUARNIZIONI	
1.27.20.....	CONTROLLO DELLA QUALITÀ	
1.27.21.....	TUBI IN POLIETILENE RETICOLATO (PE-X)	
1.27.22.....	TUBI IN POLIPROPILENE (PP)	
1.27.23.....	TUBI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PE AD)	
1.27.24.....	RACCORDI PER LE TUBAZIONI PER LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA	
1.27.25.....	DESIGNAZIONE E MARCATURA	
1.27.26.....	NORME DI RIFERIMENTO	
1.27.27.....	TUBI IN RAME	
1.27.28.....	DESIGNAZIONE	
1.27.29.....	TOLLERANZE	
1.27.30.....	CONDIZIONI DELLO STATO SUPERFICIALE	
1.27.31.....	PROVE DI CURVATURA, ALLARGAMENTO E BORDATURA	
1.27.32.....	VERIFICA DI QUALITÀ	
1.27.33.....	MARCATURA	
1.27.34.....	PROVE PER VERIFICARE L'ASSENZA DI DIFETTI	
1.27.35.....	TUBI IN GHISA SFEROIDALE	
1.27.36.....	RIVESTIMENTO INTERNO	
1.27.37.....	RIVESTIMENTO ESTERNO	
1.27.38.....	RACCORDI	
1.27.39.....	PROTEZIONE ESTERNA IN POLIETILENE	
1.27.40.....	REQUISITI DI ACCETTAZIONE	
1.27.41.....	MARCATURA DEI TUBI E RACCORDI	
1.27.42.....	TUBI IN ALLUMINIO	
1.27.43.....	VALVOLE	
1.27.44.....	POMPE	
2. CAPO 2 – NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....		71
2.1 OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE.....		71
2.2 ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE. IMPIANTO DEL CANTIERE E ORDINE DEI LAVORI.....		72
2.2.1.....	IMPIANTO DEL CANTIERE	
2.2.2.....	VIGILANZA DEL CANTIERE	
2.2.3.....	CAPOSALDI DI LIVELLAZIONE	
2.2.4.....	LOCALE UFFICIO DI DIREZIONE DEI LAVORI	

2.2.5	ORDINE DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI	
2.2.6	FORNITURA DI NOTIZIE STATISTICHE SULL'ANDAMENTO DEI LAVORI	
2.2.7	CARTELLI INDICATORI	
2.2.8	ONERI PER LE PRATICHE AMMINISTRATIVE	
2.3	PREVENZIONE INFORTUNI	73
2.3.1	NORME VIGENTI	
2.3.2	ACCORGIMENTI ANTINFORTUNISTICI E VIABILITÀ	
2.3.3	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	
3.	CAPO 3 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE	74
3.1	DEMOLIZIONI	74
3.1.1	INTERVENTI PRELIMINARI	
3.1.2	SBARRAMENTO DELLA ZONA DI DEMOLIZIONE	
3.1.3	IDONEITÀ DELLE OPERE PROVVISORIALI	
3.1.4	ORDINE DELLE DEMOLIZIONI. PROGRAMMA DI DEMOLIZIONE	
3.1.5	ALLONTANAMENTO E /O DEPOSITO DELLE MATERIE DI RISULTA	
3.1.6	PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI RITROVATI	
3.1.7	PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE	
3.1.8	DEMOLIZIONE PER ROVESCIAMENTO	
3.2	SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE	75
3.2.1	RICOGNIZIONE	
3.2.2	VIABILITÀ NEI CANTIERI	
3.2.3	SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO	
3.2.4	SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA: POZZI, SCAVI E CUNICOLI	
3.2.5	SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA. PROSCIUGAMENTO	
3.2.6	IMPIEGO DI ESPLOSIVI	
3.2.7	DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI	
3.2.8	PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI	
3.2.9	SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI	
3.2.10	SMACCHIAMENTO DELL'AREA	
3.2.11	ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE	
3.3	DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI	77
3.4	RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI	77
3.5	RILEVATI E RINTERRI	77
3.6	PARATIE E DIAFRAMMI	77
3.6.1	GENERALITÀ	
3.6.2	PALANCOLE INFISSE	
3.6.3	PARATIA A PALANCOLE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO CENTRIFUGATO	
3.6.4	PARATIE COSTRUITE IN OPERA	
3.6.5	PROVE E VERIFICHE SUL DIAFRAMMA	
3.7	FONDAZIONI DIRETTE	78
3.7.1	SCAVI DI FONDAZIONE	
3.7.2	CONTROLLO DELLA RISPONDEZZA TRA LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ASSUNTA IN PROGETTO E LA SITUAZIONE EFFETTIVA	
3.7.3	MAGRONE	
3.8	OPERE E STRUTTURE DI MURATURA	79
3.8.1	CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE	
3.8.2	MURATURE DI MATTONI E DI BLOCCHI CAVI DI CLS A FACCIA VISTA	
3.8.3	MURATURE A CASSA VUOTA	
3.8.4	FACCE A VISTA DELLE MURATURE DI PIETRE	
3.8.5	SPESSORE MINIMO DEI MURI	
3.8.6	CORDOLI DI PIANO	
3.8.7	CORDOLI DI COLLEGAMENTO FRA LA FONDAZIONE E LA STRUTTURA IN ELEVAZIONE	
3.8.8	MURATURA ARMATA	
3.8.9	MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRE A SECCO – VESPA	
3.9	CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO	82
3.9.1	CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE	
3.9.2	AGGREGATO LEGGERO	
3.9.3	COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO	
3.9.4	CONFEZIONE E POSA DEL CALCESTRUZZO	
3.9.5	CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE	
3.9.6	PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO A FACCIA VISTA	
3.10	ARMATURE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO	88
3.10.1	CONTROLLO DEL PESO E DELLA SEZIONE	
3.10.2	GIUNZIONI E SALDATURE	
3.10.3	REALIZZAZIONE DELLE GABBIE E POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE PER C.A.	
3.10.4	ARMATURE MINIME DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.	
3.10.5	ARMATURA LONGITUDINALE	
3.10.6	TRAVI: ARMATURA TRASVERSALE, ARMATURA A TAGLIO E A TORSIONE	

3.10.7	.....	COPRIFERRO E INTERFERRO	
3.10.8	.....	ANCORAGGIO DELLE BARRE E LORO GIUNZIONI	
3.10.9	.....	PILASTRI	
3.10.10	.....	STRUTTURE BIDIMENSIONALI PIANE E CURVE	
3.11	SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO	.....	89
3.11.1	.....	GENERALITÀ	
3.11.2	.....	SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI IN LATERIZIO	
3.11.3	.....	PRESCRIZIONI DIMENSIONALI MINIME	
3.11.4	.....	ESECUZIONE	
3.11.5	.....	SOLAI CON TRAVETTI PRECOMPRESSI PREFABBRICATI E BLOCCHI IN LATERIZIO	
3.11.6	.....	NORME COMPLEMENTARI RELATIVE AI SOLAI MISTI E BLOCCHI DIVERSI DAL LATERIZIO	
3.11.7	NORME COMPLEMENTARI RELATIVE AI SOLAI REALIZZATI CON L'ASSOCIAZIONE DI ELEMENTI IN E.A. E C.A.P. PREFABBRICATI		
3.12	REGOLE DI ESECUZIONE PER LE STRUTTURE IN ACCIAIO	.....	91
3.12.1	.....	COMPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	
3.12.2	.....	IMPIEGO DI FERRI PIATTI	
3.12.3	.....	VARIAZIONI DI SEZIONE	
3.12.4	.....	GIUNTI DI TIPO MISTO	
3.12.5	.....	UNIONI A TAGLIO CON BULLONI NORMALI	
3.12.6	.....	UNIONI AD ATTRITO CON BULLONI AD ALTA RESISTENZA	
3.12.7	.....	UNIONI SALDATE	
3.12.8	.....	UNIONI PER CONTATTO	
3.12.9	.....	PIASTRE OD APPARECCHI DI APPOGGIO	
3.12.10	.....	TRAVI A PARETE PIENA E RETICOLARI	
3.13	ESECUZIONE COPERTURE CONTINUE (PIANE)	.....	94
3.13.1	.....	DEFINIZIONI	
3.13.2	.....	COPERTURA NON TERMOISOLATA NON VENTILATA	
3.13.3	.....	COPERTURA VENTILATA MA NON TERMOISOLATA	
3.13.4	.....	COPERTURA TERMOISOLATA E VENTILATA	
3.13.5	.....	REALIZZAZIONE DEGLI STRATI	
3.13.6	.....	CONTROLLI E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
3.13.7	.....	LUCERNARI	
3.13.8	.....	LUCERNARI CONTINUI	
3.13.9	.....	LUCERNARI A PIRAMIDE	
3.13.10	.....	LUCERNARI CONTINUI A SESTO RIBASSATO	
3.13.11	.....	LUCERNARI CONTINUI A VELA	
3.13.12	.....	LUCERNARI A CUPOLA	
3.13.13	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
3.14	ESECUZIONE COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)	.....	96
3.14.1	.....	GENERALITÀ	
3.14.2	.....	STRATI FUNZIONALI	
3.14.3	.....	REALIZZAZIONE DEGLI STRATI	
3.14.4	.....	CONTROLLI E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
3.15	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE	.....	97
3.15.1	.....	DEFINIZIONI	
3.15.2	.....	CATEGORIE DI IMPERMEABILIZZAZIONI	
3.15.3	.....	REALIZZAZIONE	
3.15.4	.....	IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE INTERRATE	
3.15.5	.....	IMPERMEABILIZZAZIONI DI ELEMENTI VERTICALI	
3.15.6	.....	CONTROLLI E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
3.16	ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE	.....	98
3.16.1	.....	DEFINIZIONI	
3.16.2	.....	STRATI FUNZIONALI	
3.16.3	.....	PARETI A CORTINA (FACCIAE CONTINUE)	
3.16.4	.....	PARETI ESTERNE O PARTIZIONI INTERNE REALIZZATE A BASE DI ELEMENTI DI LATERIZIO, CALCESTRUZZO, ECC.	
3.16.5	.....	PARTIZIONI INTERNE COSTITUITE DA ELEMENTI PREDISPOSTI PER ESSERE ASSEMBLATI IN SITO	
3.16.6	.....	PARETE DIVISORIA MODULARE	
3.16.7	.....	STRUTTURE IN VETROCEMENTO	
3.17	INTONACI	.....	100
3.17.1	.....	INTONACO GREZZO	
3.17.2	.....	INTONACO GREZZO FRATAZZATO	
3.17.3	.....	INTONACO CIVILE	
3.17.4	.....	INTONACO RESISTENTE ALLA FIAMMA	
3.17.5	.....	PARASPIGOLI	
3.18	OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA	.....	100
3.18.1	.....	DEFINIZIONI	
3.18.2	.....	REALIZZAZIONE	

3.18.3	POSA IN OPERA DEI SERRAMENTI	
3.18.4	CONTROLLI E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
3.19	ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI	101
3.19.1	DEFINIZIONI	
3.19.2	STRATI FUNZIONALI	
3.19.3	REALIZZAZIONE DEGLI STRATI	
3.19.4	MATERIALI	
3.19.5	CONTROLLI E AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
4.	CAPO 4 – ALTRI ONERI E GARANZIE DI PROCESSO	103
4.1	ALTRI ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE	103
5.	CAPO 5 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E SULLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE VARIE LAVORAZIONI PER OPERE IDRAULICHE	104
5.1	TUBAZIONI E RACCORDI (PEZZI SPECIALI)	104
5.2	APPARECCHIATURE IDRAULICHE ED ACCESSORI	113
5.3	POSA DELLE TUBAZIONI E RACCORDI IN GHISA SFEROIDALE	115
5.4	POSA DELLE TUBAZIONI E RACCORDI IN GHISA IN PVC	117
5.5	POSA DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO	118
5.6	POSA DI TUBI E MANUFATTI IN CEMENTO PER FOGNATURE	122
5.7	POSA DI TUBI E MANUFATTI IN CEMENTO IN GENERE	122
5.8	POSA IN OPERA DI TUBAZIONI IN POLIETILENE	122
5.9	POSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE PER TUBAZIONI GAS E ACQUA	123
5.10	MONTAGGIO MECCANICO DI POSTI DI DECOMPRESSIONE ALIMENTATI DA RETE IN MEDIA PRESSIONE	123
5.11	POSA DI CAVO PER PROTEZIONE ELETTRICA, IMPIANTI ELETTRICI E TELECONTROLLO	124
5.12	COLLAUDI DELLE CONDOTTE	124
5.13	RINTERRI DELLE TUBAZIONI	125
5.14	PROVE DI ISOLAMENTO ELETTRICO	126
6.	CAPO VI – SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO ELETTRICO	126
6.1	GENERALITÀ	126
6.1.1	CAMPO DI APPLICAZIONE	
6.1.2	CONDIZIONI AMBIENTALI	
6.2	QUADRI ELETTRICI MEDIA TENSIONE	126
6.2.1	GENERALITÀ	
6.2.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.2.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	
6.2.4	CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE	
6.2.5	ACCESSORI	
6.2.6	COLLAUDI	
6.2.7	MONTAGGIO IN CAMPO	
6.2.8	DOCUMENTAZIONE	
6.3	TRASFORMATORI	131
6.3.1	GENERALITÀ	
6.3.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.3.3	ACCESSORI	
6.3.4	DOCUMENTAZIONE DA FORNIRE	
6.3.5	COLLAUDI	
6.4	QUADRI ELETTRICI TIPO POWER CENTER	133
6.4.1	GENERALITÀ	
6.4.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.4.3	INTERRUTTORI: CARATTERISTICHE GENERALI	
6.4.4	CONNESSIONE A TERRA	
6.4.5	TRASFORMATORI DI MISURA	
6.4.6	CAVETTERIA E CIRCUITI AUSILIARI	
6.4.7	APPARECCHIATURE AUSILIARIE	
6.4.8	MATERIALI ISOLANTI	
6.4.9	VERNICIATURA	
6.4.10	TARGHE	
6.4.11	PROVE DI TIPO E DI ACCETTAZIONE	
6.4.12	DOCUMENTAZIONE	
6.5	QUADRI ELETTRICI A SCOMPARTI FISSI	137
6.5.1	GENERALITÀ	
6.5.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.5.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	
6.5.4	CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE	
6.5.5	ACCESSORI	
6.5.6	COLLAUDI	
6.5.7	DOCUMENTAZIONE	
6.6	QUADRI ELETTRICI DI TIPO MODULARE	143
6.6.1	GENERALITÀ	

6.6.2	.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	143
6.7	GRUPPI STATICI DI CONTINUITA'		143
6.7.1	.....	GENERALITA'	
6.7.2	.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.7.3	.....	CARATTERISTICHE GENERALI E FUNZIONALI DEI COMPONENTI	
6.7.4	.....	COLLAUDI	
6.7.5	.....	MONTAGGIO IN CAMPO E MESSA IN SERVIZIO	
6.7.6	.....	DOCUMENTAZIONE	
6.8	QUADRI RIFASAMENTO AUTOMATICO		146
6.8.1	.....	GENERALITA'	
6.8.2	.....	DATI TECNICI	
6.9	QUADRI DI ILLUMINAZIONE		147
6.9.1	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
6.9.2	.....	CARATTERISTICHE ELETTRICHE GENERALI	
6.9.3	.....	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E COSTRUTTIVE	
6.9.4	.....	COLLAUDI	
6.9.5	.....	DOCUMENTAZIONE	
6.10	IMPIANTO FORZA MOTRICE		148
6.10.1	.....	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	
6.10.2	.....	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER ESECUZIONE DI IMPIANTI E MODALITA' DI INSTALLAZIONE	
6.11	RETE DI TERRA		152
6.11.1	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
6.11.2	.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
6.11.3	.....	PROVE E VERIFICHE	
6.12	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE		153
6.12.1	.....	IMPIANTO ALL'APERTO	
6.12.2	.....	IMPIANTI ALL'INTERNO DI FABBRICATI	
6.12.3	.....	LIVELLI DI ILLUMINAZIONE	
6.13	PROVE E VERIFICHE SUGLI IMPIANTI ELETTRICI		155
6.13.1	.....	NORME DI RIFERIMENTO	
6.13.2	.....	CONTROLLI E PROVE	
7.	CAPO VII - VALVOLE E ATTUATORI		157
7.1	SCOPO DELLA SPECIFICA		157
7.1.1	.....	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
7.1.2	.....	VALVOLE A FARFALLA	
7.1.3	.....	VALVOLE DI NON RITORNO	
7.1.4	.....	AZIONAMENTO PNEUMATICO	
7.1.5	.....	AZIONAMENTO ELETTRICO	
7.2	SPECIFICHE GENERALI		158
7.2.1	.....	CONTROLLI E PROVE	
7.2.2	.....	MARCATURA	
7.2.3	.....	COLLAUDO	
7.2.4	.....	CERTIFICAZIONI	
8.	CAPO VIII - AGITATORI VERTICALI		159
8.1	SCOPO DELLA SPECIFICA		159
8.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE		159
8.2.1	.....	MOTORE ELETTRICO	
8.2.2	.....	RIDUTTORE E PIASTRA	
8.2.3	.....	ALBERO ED ELICA	
8.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI		160
8.4	CARATTERISTICHE TECNICHE		160
8.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO		160
8.6	DOCUMENTI A CORREDO		160
8.7	CAMPI DI IMPIEGO		160
9.	CAPO IX - APPARECCHI DI MISURA		161
9.1	SCOPO DELLA SPECIFICA		161
9.2	CARATTERISTICHE GENERALI		161
9.2.1	.....	MISURATORE DI PORTATA ELETTROMAGNETICO	
9.2.2	.....	MISURATORE DI PORTATA E DI LIVELLO AD ULTRASUONI	
9.2.3	.....	ANALIZZATORI	
9.2.4	.....	ANALIZZATORE DI PH O REDOX	
9.2.5	.....	ANALIZZATORE DI OSSIGENO DISCIOLTO	
9.2.6	.....	ANALIZZATORE DI CONDUCIBILITÀ	
9.2.7	.....	ANALIZZATORE DI TORBIDITÀ	
9.2.8	.....	ANALIZZATORE DI CLORO RESIDUO	
9.2.9	.....	ANALIZZATORE DELLA DOMANDA CHIMICA DI OSSIGENO COD	
9.2.10	.....	ANALIZZATORE ISTANTANEO DI BOD	

9.2.11	ANALIZZATORE CARBONIO ORGANICO TOTALE TOC	
9.2.12	ANALIZZATORI DI CLORURI, NITRATI, FLUORURI ED AMMONIACA	
9.2.13	ACCESSORI	
9.2.14	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	
9.2.15	DOCUMENTI A CORREDO	
10. CAPO X - CARROPONTI		164
10.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	164
10.2	CARROPONTI A TRAZIONE PERIFERICA	164
10.2.1	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
10.2.2	CARATTERISTICHE TECNICHE	
10.3	CARROPONTI "VA E VIENI"	164
10.3.1	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	
10.4	CARATTERISTICHE TECNICHE	165
10.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	165
10.6	DOCUMENTI A CORREDO	165
10.7	CAMPI DI IMPIEGO	165
11. CAPO XI - CENTRIFUGHE DISIDRATAZIONE FANGHI		165
11.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	165
11.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	165
11.2.1	TAMBURO E COCLEA	
11.2.2	AZIONAMENTO	
11.2.3	CORPO DI CONTENIMENTO E STRUTTURA	
11.2.4	QUADRO DI COMANDO E SISTEMA DI CONTROLLO	
11.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	166
11.4	CARATTERISTICHE TECNICHE (DA INDICARE)	167
11.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	167
11.6	DOCUMENTI A CORREDO	167
11.7	CAMPI DI APPLICAZIONE	167
12. CAPO XII - DIFFUSIONE ARIA		167
12.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	167
12.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	167
12.2.1	CALATE E RETE DI DISTRIBUZIONE	
12.2.2	PIATTELLI DI DISTRIBUZIONE	
12.2.3	ACCESSORI	
12.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	168
12.4	CARATTERISTICHE TECNICHE (DA INDICARE)	169
12.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	169
12.6	DOCUMENTI A CORREDO	169
12.7	CAMPI DI IMPIEGO	169
13. CAPO XIII - GRIGLIATURA		169
13.1	QUADRO ELETTRICO	169
13.2	ACCESSORI	169
13.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	170
13.4	CARATTERISTICHE TECNICHE (DA INDICARE)	170
13.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	170
13.6	DOCUMENTI A CORREDO	170
13.7	CAMPI DI APPLICAZIONE	170
14. CAPO XIV - ISPESSITORE FANGHI		170
14.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	170
14.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	171
14.2.1	BACINO	
14.3	CARROPONTE	171
14.3.1	GRUPPO DI AZIONAMENTO	
14.3.2	DISPOSITIVO RASCHIANTE E DI ISPESSIMENTO FANGHI	
14.3.3	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO FLUIDI	
14.3.4	COPERTURA	
14.4	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	171
14.4.1	DIMENSIONAMENTO DI PROCESSO	
14.4.2	DIMENSIONAMENTO MECCANICO	
14.5	CARATTERISTICHE TECNICHE	172
14.6	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	172
14.7	DOCUMENTI A CORREDO	172
14.8	CAMPI DI IMPIEGO	173
15. CAPO XV - MISCELATORE SOMMERGIBILE		173
15.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	173
15.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	173
15.2.1	MOTORE ELETTRICO	
15.2.2	ALBERO E TENUTE	
15.2.3	ELICA E ANELLO CONVOGLIATORE	
15.2.4	STRUTTURA DI SUPPORTO E SOLLEVAMENTO	

15.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	173
15.4	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	174
15.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	174
15.6	DOCUMENTI A CORREDO	174
15.7	CAMPI DI IMPIEGO.....	174
16.	CAPO XVI - POLIPREPARATORE	174
16.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	174
16.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	174
16.2.1	..... GRUPPO DI CONTROLLO ACQUA	
16.2.2	..... QUADRO ELETTRICO E SISTEMA DI CONTROLLO	
16.2.3	..... STRUTTURA DI ACCESSO	
16.2.4	..... CARATTERISTICHE FUNZIONALI	
16.3	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	175
16.4	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	175
16.5	DOCUMENTI A CORREDO	175
17.	CAPO XVII - POMPA CENTRIFUGA.....	175
17.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	175
17.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	175
17.2.1	..... GRUPPO DI AZIONAMENTO	
17.2.2	..... GIUNTO	
17.2.3	..... CORPO POMPA	
17.2.4	..... BASAMENTO	
17.2.5	..... ACCESSORI	
17.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	176
17.4	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	177
17.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	177
17.6	DOCUMENTAZIONE A CORREDO	177
17.7	CAMPI DI IMPIEGO.....	177
18.	CAPO XVIII - POMPA MONOVITE.....	178
18.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	178
18.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	178
18.2.1	..... GRUPPO DI AZIONAMENTO	
18.2.2	..... SISTEMA DI TRASMISSIONE DEL MOTO	
18.2.3	..... SUPPORTO E SNODO	
18.2.4	..... CORPO POMPA	
18.2.5	..... ROTORE	
18.2.6	..... STATORE	
18.2.7	..... BASAMENTO	
18.2.8	..... ACCESSORI	
18.2.9	..... CARATTERISTICHE FUNZIONALI	
18.3	CARATTERISTICHE TECNICHE	179
18.4	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	179
18.5	DOCUMENTI A CORREDO	179
18.6	CAMPI DI IMPIEGO.....	180
19.	CAPO XIX - POMPE DOSATRICI	180
19.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	180
19.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	180
19.2.1	..... GRUPPO DI AZIONAMENTO	
19.2.2	..... GRUPPO DI TRASMISSIONE DEL MOTO E REGOLAZIONE PORTATA	
19.2.3	..... TESTATA DI POMPAGGIO	
19.2.4	..... ACCESSORI	
19.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	181
19.4	CARATTERISTICHE TECNICHE	181
19.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	181
19.6	DOCUMENTI A CORREDO	181
19.7	CAMPI DI IMPIEGO.....	181
20.	CAPO XX - POMPE SOMMERGIBILI.....	181
20.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	181
20.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	182
20.2.1	..... MOTORE ELETTRICO	
20.2.2	..... ALBERO E TENUTE	
20.2.3	..... GIRANTE	
20.2.4	..... CORPO POMPA	
20.2.5	..... ACCESSORI	
20.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	182
20.3.1	..... SOLLEVAMENTO INIZIALE	
20.3.2	..... SOLLEVAMENTO DRENI E FANGHI	
20.3.3	..... RICIRCOLO MISCELA AERATA	
20.3.4	..... ALIMENTAZIONE FILTRI/CONTROLAVAGGIO FILTRI/ RILANCIO ACQUA	

20.4	CARATTERISTICHE TECNICHE	183
20.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	183
20.6	DOCUMENTI A CORREDO	184
20.7	CAMPI DI IMPIEGO	184
21.	CAPO XXI - POMPE VERTICALI	184
21.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	184
21.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	184
21.3	GRUPPO DI AZIONAMENTO.....	184
21.3.1	..... TESTATA DI APPOGGIO	
21.3.2	..... LINEA D'ASSE	
21.3.3	..... TRONCO POMPA	
21.3.4	..... ACCESSORI	
21.4	CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	185
21.5	CARATTERISTICHE TECNICHE	185
21.6	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	185
21.7	DOCUMENTI A CORREDO	185
21.8	CAMPI DI IMPIEGO	185
22.	CAPO XXII - SOFFIANTE.....	186
22.1	SCOPO DELLA SPECIFICA	186
22.2	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	186
22.2.1	..... MOTORE ELETTRICO E TRASMISSIONE	
22.2.2	..... SOFFIATORE	
22.2.3	..... SILENZIATORI	
22.2.4	..... CABINA INSONORIZZATA	
22.2.5	..... VALVOLE E STRUMENTI	
22.3	CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	186
22.4	CARATTERISTICHE TECNICHE	187
22.5	PRESCRIZIONI PER IL MONTAGGIO	187
22.6	DOCUMENTAZIONE A CORREDO	187
22.7	CAMPI DI IMPIEGO	187
23.	CAPO XXIII - INDICAZIONE SUL MONTAGGIO DI TUBAZIONI-CARPENTERIE-APPARECCHIATURE.....	187
23.1	PREFABBRICAZIONE E MONTAGGIO DELLE TUBAZIONI.....	187
23.1.1	..... GENERALITA'	
23.2	MODALITA' DI APPROVVIGIONAMENTO, CERTIFICAZIONE E VERIFICA	188
23.3	TUBI E RACCORDERIA.....	188
23.3.1	..... MARCATURA	
23.3.2	..... PROTEZIONE ESTERNA E REQUISITI GENERALI	
23.3.3	..... CERTIFICATI	
23.3.4	..... ISPEZIONE VISIVA	
23.3.5	..... CONTROLLO DIMENSIONALE	
23.3.6	..... ESAME RADIOGRAFICO	
23.4	FLANGE.....	188
23.4.1	..... MARCATURA	
23.4.2	..... PROTEZIONE ESTERNA	
23.4.3	..... CERTIFICATI	
23.4.4	..... ISPEZIONE VISIVA	
23.4.5	..... CONTROLLO DIMENSIONALE	
23.5	VALVOLE	189
23.5.1	..... MARCATURA	
23.5.2	..... PROTEZIONE ESTERNA	
23.5.3	..... REQUISITI GENERALI	
23.5.4	..... CERTIFICATI	
23.5.5	..... CONTROLLO DIMENSIONALE	
23.5.6	..... PROVA IDRAULICA	
23.5.7	..... COLLAUDI SULLE VALVOLE MOTORIZZATE	
23.6	RIVESTIMENTO INTERNO.....	190
23.7	TIPI DI GIUNZIONI.....	190
23.7.1	..... GIUNZIONI SALDATE	
23.7.2	..... GIUNZIONI FLANGIATE	
23.7.3	..... GIUNZIONI FILETTATE	
23.7.4	..... TASSELLI E ORECCHIE	
23.8	MONTAGGIO TUBAZIONI	190
23.9	CONTROLLI E PROVE.....	191
23.9.1	..... PROVE E COLLAUDI IN FABBRICA	
23.9.2	..... PROVE E COLLAUDI IN CANTIERE	
23.9.3	..... CONTROLLO VISIVO (SUL 100% DELLE SALDATURE) IN RIFERIMENTO A:	
23.9.4	..... CONTROLLO CON LIQUIDI PENETRANTI (SUL 10% DEI GIUNTI A TASCA)	
23.9.5	..... CONTROLLO RADIOGRAFICO (SUL 10% DEI GIUNTI DI TESTA)	

23.9.6	PROVA IDRAULICA	
23.10	MONTAGGIO APPARECCHIATURE E MACCHINE	192
23.10.1	SCARICO DAI MEZZI DI TRASPORTO	
23.10.2	RICEVIMENTO E ISPEZIONI	
23.11	MONTAGGIO	192
23.11.1	GENERALITA'	
23.11.2	MONTAGGIO MACCHINE ROTANTI (POMPE CENTRIFUGHE ORIZZONTALI, SOFFIANTI E COMPRESSORI)	
23.11.3	INSTALLAZIONE E LIVELLAMENTO	
23.11.4	VERIFICA ALLINEAMENTO MECCANICO	
23.11.5	MONTAGGIO POMPE CENTRIFUGHE VERTICALI	
23.11.6	PRELIMINARE	
23.11.7	INGHISAGGIO	
23.11.8	CONTROLLO DELLA CONCENTRICITÀ SULL'ALBERO MOTORE	
23.11.9	CONTROLLO ROTAZIONE E INSTALLAZIONE DEL MOTORE ELETTRICO	
23.11.10	COLLEGAMENTO CON LE TUBAZIONI	
23.12	MONTAGGIO POMPE SOMMERGIBILI	194
23.12.1	MONTAGGIO SOFFIANTE	
23.12.2	MONTAGGIO AGITATORI	
23.13	VERNICIATURA DELLE TUBAZIONI E DELLE CARPENTERIE	195
23.13.1	ESTENSIONE DELLE VERNICIATURE	
23.13.2	PREPARAZIONE DEI SUPPORTI VERNICIANTI	
23.13.3	APPLICAZIONE E STOCCAGGIO DEI SUPPORTI VERNICIANTI	
23.13.4	CICLI DI VERNICIATURA	
23.13.5	SCHEDA TECNICA EPOSSIPOLIAMMIDICO	
23.14	SCHEDA TECNICA POLIURETANICO	197
23.15	COLLAUDI	197
23.16	GARANZIE	197
23.17	COIBENTAZIONE TUBAZIONI	198
23.17.1	CONDIZIONI DI LAVORO	
23.18	REQUISITI	198
23.18.1	REQUISITI FUNZIONALI	
23.18.2	REQUISITI COSTRUTTIVI	
23.18.3	FORME COSTRUTTIVE	
23.18.4	REQUISITI DI INSTALLAZIONE	
23.18.5	ISOLAMENTO TUBAZIONI	
23.18.6	ISOLAMENTO TUBAZIONI TRACCIATE	
23.18.7	ISOLAMENTO MACCHINE E VALVOLE	
23.18.8	ISOLAMENTO SERBATOI	
23.18.9	ISOLAMENTO TETTO SERBATOI	
23.18.10	ISOLAZIONE MANTELLO SERBATOI	
23.18.11	RIVESTIMENTO DI FINITURA	
23.19	PROVE ED ISPEZIONI	200
23.19.1	PROVE SUI MATERIALI	
23.19.2	ISPEZIONI	
23.20	CRITERI DI ACCETTAZIONE	200
23.20.1	GENERALITÀ	
23.20.2	CERTIFICAZIONI	
23.20.3	PRESTAZIONI TERMICHE	
23.20.4	PROCEDURE PER EVENTUALI PROVE SUI MATERIALI ISOLANTI	
23.20.5	VERIFICHE	
24.	CAPO XXIV – MODALITA' DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI	202
24.1	SISTEMI DI COLLEGAMENTO ALLE STRUTTURE	202
24.2	IMPIANTI IDRICO-SANITARI	202
25.	CAPO XXV – OPERE FOGNARIE E STRADALI	212
25.1	SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI	212
25.2	LETTO DI POSA PER TUBAZIONI	213
25.3	MODALITÀ ESECUTIVE PER LA POSA IN OPERA DI TUBAZIONI	214
25.4	RINTERRO DELLE TUBAZIONI	215
25.5	SOVRASTRUTTURA STRADALE - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE	216
25.6	MISTI CEMENTATI PER STRATI FONDAZIONE E DI BASE	220
25.7	MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE	222
25.8	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO TRADIZIONALI CON E SENZA RICICLATO PER STRATO DI BASE	225
	MISCELE	227
	ACCETTAZIONE DELLE MISCELE	228
	CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE	228
	PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA	228
25.9	BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA	230
	GENERALITÀ	230

CONFORMITÀ DELLE BARRIERE E DEI DISPOSITIVI.....	230
CRITERI DI INSTALLAZIONE	231
INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DA PROTEGGERE.....	231
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	231
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA AGLI URTI	232
BARRIERE DI SICUREZZA A DOPPIA ONDA.....	232
INSTALLAZIONE.....	233
PROVE TECNICHE (STATICHE DINAMICHE) SULLE BARRIERE	233
LEGNO LAMELLARE-ACCIAIO.....	233
LEGNO -ACCIAIO	233
25.10 OPERE D'ARTE	234
CADITOIE STRADALI	234
GENERALITÀ.....	234
POZZETTI PER LA RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI	234
MATERIALI.....	234
MARCATURA	235
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	235
APERTURE DI AERAZIONE	235
DIMENSIONE DI PASSAGGIO.....	235
PROFONDITÀ DI INCASTRO	235
SEDI	235
PROTEZIONE SPIGOLI.....	235
FESSURE	235
CESTELLI E SECCHI SCORIFICATORI	235
STATO DELLA SUPERFICIE	235
SBLOCCAGGIO E RIMOZIONE DEI COPERCHI.....	235
DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI CORONAMENTO.....	235
UBICAZIONE	236
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	236
DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI CORONAMENTO.....	236
GRADINI D'ACCESSO	236
POZZETTI PREFABBRICATI	236
POZZETTI REALIZZATI IN OPERA	236
COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE.....	237
POZZETTI DI SALTO (DISTINTI DAI DISSIPATORI DI CARICO PER SALTII SUPERIORI AI 7-10 M).....	237
POZZETTI DI LAVAGGIO (O DI CACCIATA).....	237
TUBAZIONI, CANALETTE, CUNETTE E CUNICOLI.....	237
CUNETTE	238
CUNICOLI	238
RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA.....	238
26. CAPO XXVI - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI.....	239
26.1 CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	239
26.2 CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO	242
26.3 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA	244
26.4 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO.....	244
26.5 METODI DI PROVA PER ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO NORMALE PRECOMPRESSO.....	248
26.6 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO	248
26.7 PROVE SUGLI INFISSI.....	253
27. CAPO XXVII - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI	254
27.1 SCAVI.....	254
27.2 RILEVATI, RINTERRI E VESPAI	255
27.3 DEMOLIZIONI, DISMISSIONI E RIMOZIONI.....	255
27.4 MURATURE, CALCESTRUZZI, SOLAI, IMPERMEABILIZZAZIONI	256
27.5 IMPIANTI ELETTRICI	258
27.6 TUBAZIONI, POZZETTI PREFABBRICATI, PEZZI SPECIALI, APPARECCHIATURE E IMPIANTI	259
27.7 OPERE STRADALI E PAVIMENTAZIONI VARIE.....	259
27.8 NOLEGGI	261
27.9 MANODOPERA.....	261
27.10 TRASPORTI	261
27.11 OPERE A VERDE	261
27.12 MATERIALI IN GENERE	262
27.13 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO, SABBIE	262
27.14 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE.....	262
27.15 MATERIALI METALLICI	263
27.16 TUBAZIONI.....	263
27.17 TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E RACCORDI TUBI.	265
27.18 DIMENSIONI DELLA TRINCEA E PRESCRIZIONI DI POSA.	266
27.19 GIUNZIONI E PEZZI SPECIALI.	266

27.20 COLLEGAMENTI SPECIALI.....	267
27.21 COLLAUDO.....	267
27.22 APPARECCHI IDRAULICI	268
27.23 GUARNIZIONI PER FLANGE	268
27.24 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	268

ABBREVIAZIONI

- Codice dei contratti (decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE);
- Legge n. 2248 del 1865 (legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F);
- Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 09 aprile 2008, n. 81, - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- Regolamento generale (decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554 - Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici);
- D.P.R. n. 34 del 2000 (decreto del Presidente della Repubblica 25 gennaio 2000, n. 34 - Regolamento per l'istituzione di un sistema di qualificazione unico dei soggetti esecutori di lavori pubblici);
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- D.P.R. n. 222 del 2003 (decreto del Presidente della Repubblica 3 luglio 2003, n. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili ...);
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 10 del Codice dei contratti e agli articoli 7 e 8 del d.P.R. n. 554 del 1999);
- DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 3, comma 8, lett. b-bis) e b-ter), del decreto legislativo n. 494 del 1996, come modificato dall'articolo 86, comma 10, del decreto legislativo n. 276 del 2003 e dall'articolo 20, comma 10, del decreto legislativo n. 251 del 2004; previsto altresì dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266 e successive modifiche ed integrazioni.

1. CAPO 1 – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

1.1 Accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 137 del Regolamento n. 554/1999.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo.

1.2 Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche contrattuali.

1.3 Impiego di materiali o componenti di minor pregio

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

1.4 Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203: Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

1.5 Norme di riferimento

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, ed possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

1.6 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

1.7 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi degli articoli 136 e 137 del Regolamento n. 554/1999.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

1.8 Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle norme tecniche emanate con D.M 14 settembre 2005.

1.9 Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

1.10 Materiali e prodotti per uso strutturale

1.10.1 Identificazione certificazione

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento.
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

1.10.2 Prove sperimentali

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, che quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993 n. 246, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "attestazione di conformità" deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle presenti Norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

1.10.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo.

1.10.4 Certificato d'accettazione

Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, CAP.11 E C.11 delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

1.11 Componenti del conglomerato cementizio

1.11.1 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali oggetto delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie **EN 197**), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme **EN 197-1 ed EN 197-2** e comunque nel rispetto di quanto disposto nelle NTC 2008 e circolare 617/2009L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme **UNI 9156** (cementi resistenti ai solfati) e **UNI 9606** (cementi resistenti al dilavamento della calce).

1.11.2 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altra idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso Laboratori Ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogravimetriche.

1.11.3 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 11.1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm ²)				Tempo inizio presa min	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 11.2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
			Tutte le classi	
		CEM III (3)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO₃, per tutte le classi di resistenza
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃.
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 11.3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm²)	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore (2)		0,11				
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

1.11.4 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche;

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni;

UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità;

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI 10517 - Cementi Comuni. Valutazione della conformità;

UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica;

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

1.11.5 Aggregati

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

1.11.6 Sistema di attestazione della conformità

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevede due livelli:

- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
 - livello di conformità 2+, comporta l'intervento di un Organismo notificato che certifica il Controllo svolto dal produttore
- Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 è indicato nella Tabella 15.4.

Tabella 11.4.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
UNIEN 12620-13055	Uso non strutturale	4

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/93, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/93.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 15.5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 11.5.

Origine del materiale da riciclo	Rck del calcestruzzo (N/mm ²)	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13055. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 15.4.

1.11.7 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

1.11.8 Controlli d'accettazione

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 15.6, insieme ai relativi metodi di prova.

Tabella 11.6. - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	EN932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN933-1
Indice di appiattimento	EN933-3
Dimensione per il filler	EN933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	EN1097-2

1.11.9 Sabbia

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

1.11.10 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti, eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

1.11.11 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;

UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 **UNI 2332**;

UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;

UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;

UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;

UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;

UNI EN 12620:2003 - Aggregati per calcestruzzo;

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

1.11.12 Norme per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;

UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati.

1.11.13 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla **UNI EN 206-1** ed **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

1.11.14 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle **UNI EN 450** del settembre 1995.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto A/C.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

1.11.15 Microsilice

Silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO_2 con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silica fume può essere fornita allo stato naturale come ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.

Il dosaggio della silica fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto a/c.

Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto a/c una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silica fume.

1.11.16 Additivi

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

1.11.17 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

1.11.18 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

1.11.19 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e lo 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e delle norme UNI vigenti;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

1.11.20 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui, il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1. 9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e norme UNI vigenti;
- la prova di essudamento prevista dalla **UNI 7122**.

1.11.21 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI 6395**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e norme UNI vigenti;
- prova di resistenza al gelo secondo la **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la **UNI 7122**;

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

1.11.22 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 7 e lo 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata della malta contenente l' agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell' espansione contrastata del calcestruzzo contenente l' agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.1.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

1.11.23 Antievvaporanti

Gli eventuali prodotti antievvaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da **UNI 8656** a **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

1.11.24 Prodotti disarmanti

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, per altre considerazioni si veda anche l'art. 56.2.8.

1.11.25 Metodi di prova

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti;

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

1.11.26 Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Tabella 11.7. – Acqua di impasto

CARATTERISTICA	PROVA	LIMITI DI ACCETTABILITA'
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO ₄ ²⁻ minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidi spese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

Classi di resistenza del conglomerato cementizio

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica R_{ck} vengono definite le seguenti classi di resistenza riportate nella tabella 11.8.

Tabella 11.8. – Classi di resistenza dei calcestruzzi

CLASSE DI RESISTENZA	R_{ck} (N/mm ²)
molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
media	$30 < R_{ck} \leq 55$
alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella 11.8. trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 11.9.

Tabella 11.9. – Classi di impiego dei calcestruzzi

CLASSE DI IMPIEGO		CLASSE DI RESISTENZA
A)	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11)	molto bassa
B)	Per strutture semplicemente armate	bassa e media
C)	Per strutture precomprese o semplicemente armate	media
D)	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica R_{ck} deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizioni del cap. 11 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato, vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

1.12 Acciaio per cemento armato

1.12.1 Requisiti principali

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni approvate con il , D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009, di seguito riportate.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

1.12.2 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

1.12.3 Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 settembre 2005, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto prevede:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura del Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

1.12.4 Mantenimento e rinnovo della Qualificazione

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;

2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
5) della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui al Cap.11 e C.11 **D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009**.

Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

1.12.5 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009

e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

1.12.6 I controlli e la documentazione di accompagnamento

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione, definiti come nel successivo punto 18.8.2.6., e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione, anche se parte di un'unica fornitura, di acciaio devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Produttore rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda ad eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un Direttore Tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009..

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.12.7 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009;

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009:

punto 11.2.2.10, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;

punto 11.2.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;

punto 11.2.4.8, per acciai per carpenterie metalliche.

1.12.8 Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente punto 11.2.5. e controllati con le modalità riportate nei punti: nel CAP 11 e C.11 . D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009

1.12.9 Acciaio per cemento armato laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{v\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella 16.1:

Tabella 16.1. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

		CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq f_{t\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,13$
$(f_y/f_{ynom})_k$		$\leq 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$		$\leq 1,25$
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\varnothing < 12 \text{ mm}$		4 \varnothing
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$		5 \varnothing
per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$		8 \varnothing
per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$		10 \varnothing

1.12.10 Acciai per cemento armato trafilati a freddo

L'acciaio trafilato a freddo, denominato B450C è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, deve rispettare i requisiti nella seguente tabella 16.2.

Tabella 16.2. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450A

		CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq f_{t\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
$(f_t/f_y)_k$		$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom})_k$		$\leq 1,25$
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 3 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\varnothing < 12 \text{ mm}$		4 \varnothing

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al punto 16.3.

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella 16.1, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

1.12.11 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5 \text{ }^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

1.12.12 Caratteristiche dimensionali

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato nel D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato nelle norme tecniche di cui al D.M. 14 GENNAIO 2008 e circolare 617 del 2/2/2009

1.12.13 Barre e rotoli

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm.

Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing \leq 16$. Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato nel D.M. D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

1.12.14 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;

- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

1.12.15 Reti e tralicci elettrosaldati

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono elementi reticolari composti da barre ed assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui alle norme tecniche di cui D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. devono avere diametro Ø compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

Tabella 16.3. - Peso delle reti elettrosaldate

Diametro Ø mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m ²								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Tabella 16.4. - Sezioni delle reti elettrosaldate

Diametro Ø mm	Sezione barra cm²	cm² per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

1.12.16 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.2.11. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/2/2009. Tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

1.12.17 Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nel tabella 16.5. dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.5

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C _{eq}	0,52	0,50

- a) È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq}, venga ridotto dello 0,02% in massa.
- b) Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

1.12.18 Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nel Tabella 16.6 seguente.

Tabella 16.6.

Diametro nominale, (mm)	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

Altri tipi di acciai

1.12.19 Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al punto 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della tabella 11.2.1 delle norme tecniche di cui D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., il termine f_7 %, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt} = 7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.12.20 Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.12.21 Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere.

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino, sono i seguenti:

Valori Limite di Accettazione

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1, 25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a caldo
A_{gt} minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo ed alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile ad un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei Lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal Direttore Tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.2.2.3 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 deve essere richiesta dal Direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

1.12.22 Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella CNR-UNI 10020 (gennaio 1971). La tensione di aderenza t_d valutata secondo la CNR-UNI 10020 (gennaio 1971) verrà riferita ad una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm², mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

Le tensioni tangenziali di aderenza τ_m e τ_r desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\begin{aligned}\tau_m &\geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing \\ \tau_r &\geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing\end{aligned}$$

ove τ_m , τ_r , τ_m^* , τ_r^* sono espressi in N/mm² e \varnothing è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza I_R definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di I_R con il corrispondente $I_R(L)$ valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata al meno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$$\begin{aligned} I_R &\geq 0,048 \text{ per } 5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,055 \text{ per } 6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,060 \text{ per } 8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,065 \text{ per } \varnothing > 12 \text{ mm} \end{aligned} \quad (B)$$

essendo:

τ_m^* = valore limite di τ_m quale sopra definito per il diametro considerato;

τ_m, τ_r = valori desunti dalle prove di laboratorio;

\varnothing_n = diametro nominale della barra;

c = interasse delle nervature;

a_m = altezza media delle nervature;

β = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

l_R = lunghezza delle nervature;

I_R = valore di I_R determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$ = valore di I_R determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di I_R (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

1.12.23 Norme di riferimento

UNI 8926 - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

UNI 8927 - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale;

UNI 9120 - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri;

UNI 10622 - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;

CNR UNI 10020 - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata;

UNI ENV 10080 - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate;

UNI ISO 10065 - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento;

UNI ISO 3766 - Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo;

UNI ISO 10287 - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate

1.13 Acciaio per strutture metalliche

1.13.1 Generalità

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **direttiva 89/106/CEE**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-1**, **UNI EN 10045 -1**.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000$	N/mm ²
modulo di elasticità trasversale	$G = E/2(1 + \nu)$	N/mm ²
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$	
coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100 °C)	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$	per °C ⁻¹
densità ρ	$\rho = 7850$	kg/m ³

1.13.2 Acciaio laminato

Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 18.1 nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella 18.1.:

Tabella 18.1 - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi

ACCIAIO	NORMA EUROPEA	TABELLE DI RIFERIMENTO
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A.2, A.3 A grano fine: B1, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

1.13.3 Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 18.4.8.

1.13.4 Fornitura dei prodotti laminati

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 18.1.3.

1.13.5 Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

1.13.6 Acciaio per strutture saldate

Composizione chimica degli acciai

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV , secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

1.13.7 Bulloni e Chiodi

Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592** devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**, associate nel modo indicato nella tabella 18.2.

Tabella 18.2

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.2, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella 18.3.

Viti, dadi, rosette e/o piastrene devono provenire da un unico produttore.

Tabella 18.3

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

1.13.8 Acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

1.13.9 Procedure di controllo su acciai da carpenteriaGeneralità

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

1.13.10 Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.

La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.13.11 Controlli in stabilimentoSuddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica, sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

1.13.12 Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

1.13.13 Controllo continuo della qualità della produzione

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

1.13.14 Verifica periodica della qualità

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradDETTO.

Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.13.15 Controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

1.13.16 Officine di trasformazione

Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.13.17 Centri di prelavorazione di componenti strutturali

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

1.13.18 Controlli in cantiere

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

1.13.19 Prelievo e domanda di prova al laboratorio

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

1.13.20 Certificato di prova

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

1.13.21 Bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nella tabella 18.4 i successive tabelle 18.4 e 18.5, e **UNI EN 20898/2**.

Tabella 18.4

Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova (vedere prospetto V)		
Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d \leq 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2,5d$ ¹⁾	Viti con diametro di filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l \geq 2,5d$
Prova decisiva per l'accettazione	○	●
1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.		

Tabella 18.5

Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione (Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)										
Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A				Programma di prova B			
			Metodo di prova	Classi di resistenza		Metodo di prova	Classi di resistenza			
					3.6, 4.6, 5.6	8.8, 9.8, 10.9, 12.9			3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9
I	5.1 e 5.2	Carico di rottura minimo, R_m	8.1	Prova di trazione	•	•	8.2	Prova di trazione ¹⁾	•	•
	5.3	Durezza minima ²⁾	8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○	8.3	Prova di durezza ³⁾	○	○
	5.4 e 5.5	Durezza massima			• ○	• ○			• ○	• ○
	5.6	Durezza massima superficiale				• ○				• ○
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, R_{eL}	8.1	Prova di trazione su provetta	•					
	5.8	Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0.2}$	8.1	Prova di trazione		•				
	5.9	Carico unitario di prova, S_p					8.4	Prova di carico	•	•
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, A min.	8.1	Prova di trazione	•	•				
	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo ⁴⁾					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo ¹⁾	•	•
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza ⁵⁾	• ⁶⁾	•	8.6			
	5.13	Tenacità della testa ⁷⁾					8.7	Prova di tenacità della testa	○	○
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prova di decarburazione		• ○	8.8	Prova di decarburazione		• ○
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○	8.9	Prova di secondo rinvenimento		• ○
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○	8.10	Controllo dei difetti superficiali	• ○	• ○

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.
 2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2,5 d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).
 3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.
 4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.
 5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 16$ mm, e solo su richiesta del committente.
 6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.
 7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

1.13.22 Norme di riferimento

Esecuzione

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni

UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove

UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici

UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo

UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento

UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi

UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile

UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche

UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)

UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere

UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm

UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C

UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica

UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-6:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

Saldature

Raccomandazioni e procedure

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai

UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni

UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco

UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili

UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio

UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

Preparazione dei giunti

UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

Qualificazione dei saldatori

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

Controlli non distruttivi

UNI EN 1713:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature

UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati

UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità

UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature

UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici

UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

1.14 Elementi costruttivi prefabbricati

1.14.1 Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

1.14.2 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle presenti norme approvate con D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

1.14.3 Controllo di produzione

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle presenti norme, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee od internazionali applicabili.

1.14.4 Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il Direttore tecnico di Stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale, per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a ventotto giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoisometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, ed immediatamente registrata.

Inoltre dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a ventotto giorni di stagionatura, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo; tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento di annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche.

1.14.5 Controllo di produzione di serie "controllata"

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del Servizio Tecnico Centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

Al termine del primo biennio di produzione si instaurerà la procedura ordinaria.

1.14.6 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

1.14.7 Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore ad 80 KN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

1.14.8 Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il Servizio Tecnico Centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

1.14.9 Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione ed al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

1.14.10 Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda alla Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici - Servizio Tecnico Centrale.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata il STC rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

1.14.11 Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo ed una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata il Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta ed ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

1.14.12 Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il Servizio Tecnico Centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale sentito il parere del Consiglio Superiore dei lavori pubblici e sono atti definitivi.

1.14.13 Documenti di accompagnamento della fornitura

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione, da conservare a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal direttore e dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal direttore tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001;

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori, e questi al committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- a) destinazione del prodotto;
- b) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

1.14.14 Norme complementari relative alle strutture prefabbricate

Formano oggetto del presente capitolo i componenti strutturali prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso che rispondono alle specifiche prescrizioni del punto 5.1.1 e 5.1.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., e che, singolarmente o assemblati tra di loro ovvero con parti costruite in opera, siano utilizzati per la realizzazione di opere di ingegneria civile.

Rientrano nel campo di applicazione delle presenti norme gli elementi prefabbricati prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a pie d'opera.

Per manufatti o elementi prefabbricati di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.

Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a pie d'opera o anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati ex novo di volta in volta.

Il componente prefabbricato può essere:

- realizzato su richiesta specifica dell'appaltatore e/o Committente e prodotto sotto la responsabilità del Direttore Tecnico di Stabilimento e sotto la vigilanza del direttore dei lavori (produzione occasionale).
- realizzato sotto la responsabilità e vigilanza del direttore Tecnico dello Stabilimento di produzione. In tal caso, il componente prefabbricato rappresenta fornitura all'appaltatore od al Committente, va accettato dal direttore dei lavori, e deve sottostare alle procedure delle produzioni industriali in serie.

Il componente prefabbricato può essere l'elemento di una produzione industriale in serie. In tal caso il prodotto componente deve essere qualificato ed il direttore dei lavori si limiterà alle procedure di accettazione. Poiché la produzione e la realizzazione dell'elemento strutturale prodotto in serie viene realizzata in assenza della vigilanza del direttore dei lavori, i componenti vanno prodotti secondo procedure di garanzia e controllo di qualità che, accompagnando il prodotto in serie, permettono al direttore dei lavori, successivamente, di giudicare la qualità del prodotto e la sua accettabilità.

Il componente prefabbricato deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale.

Per gli elementi strutturali prefabbricati disciplinati nel presente capitolo, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie qualificata dichiarata;
- serie qualificata controllata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.7.2, 11.7.3.4 e 11.7.5. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

1.14.15 Prodotti prefabbricati

I componenti prefabbricati devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, ed i produttori degli elementi costruttivi in serie dichiarata e controllata devono altresì provvedere alla qualificazione della produzione.

1.14.16 Prodotti prefabbricati in serie qualificata dichiarata

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento permanente, dichiarata dal produttore conforme alle presenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Rientrano in serie dichiarata i prodotti che appartenendo ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefiniti, in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

1.14.17 Prodotti prefabbricati in serie qualificata controllata

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Sono prodotti in serie controllata i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente $R_{ck} > 55 \text{ N/mm}^2$.

1.14.18 Responsabilità e competenze

Gli elementi prodotti in serie, svolgendo funzione strutturale ed interessando la sicurezza della costruzione, devono essere realizzati sotto la vigilanza di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che assume le responsabilità relative alla rispondenza tra quanto prodotto e la documentazione depositata, come pure del rispetto della normativa tecnica vigente nel settore. Il progettista ed il direttore tecnico dello stabilimento, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a pie d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera, e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

1.15 Elementi per solai misti in c.a.

1.15.1 Impiego di blocchi diversi dal laterizio

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 20 della legge n. 1086/71, prima della messa in opera.

Rimangono valide tutte le prescrizioni geometriche del solaio di cui al punto 5.1.9.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

1.15.2 Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui ai punti 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.7. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

1.16 Elementi strutturali composti

1.16.1 Generalità

Si intendono come elementi strutturali composti quelli costituiti da materiali strutturali diversi ipotizzati rigidamente collegati attraverso la superficie di contatto per la trasmissione delle forze di taglio, in modo da costituire un elemento strutturale staticamente autonomo.

Fanno parte di questa categoria:

- gli elementi strutturali acciaio-calcestruzzo costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso;
- gli elementi calcestruzzo-calcestruzzo costituiti da elementi in calcestruzzo armato normale o precompresso di diverse caratteristiche reologiche o diversi tempi di maturazione;
- gli elementi legno-calcestruzzo;
- altri componenti misti.

Nel calcolo della resistenza e deformabilità, oltre agli stati tensionali provocati dalle azioni esterne, andranno tenuti in conto gli stati coattivi provocati dalle diverse caratteristiche reologiche (deformazioni viscosi), proprietà termodinamiche, leggi di maturazione e ritiro.

1.16.2 Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo

Formano oggetto delle presenti norme gli elementi strutturali costituiti da acciai per carpenteria metallica e calcestruzzo normale o precompresso.

La trasmissione degli sforzi tra calcestruzzo ed acciaio, per assicurare le ipotesi di aderenza, deve essere affidata a connettori metallici, che devono assorbire la risultante degli sforzi teorici sulla superficie di contatto.

I connettori devono poter assorbire sia gli sforzi di taglio che quelli di trazione ortogonali alle superfici di contatto dei materiali componenti, dovuti sia a sforzi applicati che a deformazioni imposte.

I componenti strutturali usuali sono:

- elementi inflessi costituiti da travi metalliche che portano all'estradosso una soletta in calcestruzzo;
- solettoni in cemento armato precompresso a trave incorporata;
- elementi prevalentemente compressi: colonne composte in cui i componenti, carpenteria metallica e calcestruzzo, lavorano prevalentemente in parallelo.

Gli elementi composti possono essere utilizzati con altri elementi in acciaio, in calcestruzzo o composti, per realizzare un insieme strutturale. In questo caso assumono grande rilevanza le connessioni o i nodi dei vari elementi strutturali.

1.16.3 Travi composte

Nel caso di travi composte, devono essere previsti sull'intera loro lunghezza connettori a taglio e armatura trasversale in grado di trasmettere allo stato limite ultimo la forza di scorrimento all'interfaccia fra soletta di calcestruzzo e acciaio, trascurando il contributo dell'aderenza spontanea fra le parti. I connettori andranno distribuiti secondo il diagramma degli sforzi di scorrimento.

I connettori devono essere in grado di impedire il distacco fra le parti in acciaio e quelle in calcestruzzo.

Le distanze fra i connettori devono essere tali da consentire la trasmissione della forza di scorrimento e da prevenire la separazione fra acciaio e calcestruzzo.

I connettori di qualsiasi tipo, saldati o bullonati, devono essere verificati per l'azione di taglio sulla superficie di attacco alla trave metallica, ed all'azione di pressione lungo il gambo.

La soletta deve essere verificata per la pressione lungo il gambo del connettore.

Lo spessore della soletta di calcestruzzo deve risultare sempre maggiore di almeno 30 mm dell'altezza del connettore.

La capacità di trasmettere gli sforzi di trazione nei connettori, può essere utilmente ricavata da prove sperimentali.

Nelle travi composte da profilati in acciaio e soletta in cemento armato lo spessore di quest'ultima non deve essere inferiore al doppio dello spessore del copriferro e comunque maggiore od uguale a 50 mm.

La soletta sovrastante deve avere una armatura di ripartizione.

1.16.4 Solette composte con lamiera grecata

Il profilato metallico è sostituito da una lamiera grecata preformata a freddo, che contiene il getto di calcestruzzo.

Lo spessore minimo della soletta di calcestruzzo non può essere inferiore a 40 mm e deve contenere una armatura di ripartizione.

La lamiera grecata, integrata ove necessario da barre di armatura, rappresenta la parte resistente agli sforzi di trazione.

Al fine di garantire la trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può farsi affidamento sulla pura aderenza fra i materiali ma devono adottarsi sistemi generalmente del tipo:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti;
- ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento;
- ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito.

Quando a tali solai venga affidata la funzione di diaframma per resistere alle azioni orizzontali devono attentamente considerarsi l'effetto delle aperture e le azioni aggiuntive indotte sui connettori a taglio.

1.16.5 Colonne composte

Le colonne composte possono dividersi in due categorie:

- a) il calcestruzzo avvolge il componente metallico e contiene armature longitudinali e staffe trasversali che cerchiano il calcestruzzo contro l'elemento metallico;
- b) un profilato cavo tubolare contiene il calcestruzzo. Nell'interno del calcestruzzo possono essere aggiunte delle armature longitudinali di ripresa.

Nel caso a) lo spessore di conglomerato deve essere il doppio del copriferro delle armature, con spessore minimo pari a 50 mm; particolare attenzione va posta nel rispetto di queste regole nei nodi strutturali.

La trasmissione degli sforzi di scorrimento, deve avvenire attraverso connettori ortogonali alla superficie, ovvero mediante rugosità delle superfici di contatto, di cui venga valutata, per via sperimentale, la capacità di trasmettere forze di scorrimento.

1.17 Calci

Le calci impiegate dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, recante norme per l'accettazione delle calci.

1.18 Laterizi

1.18.1 Generalità

Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 - Norme per l'accettazione dei materiali laterizi - e alle norme UNI vigenti.

1.18.2 Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini, noduli e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

1.18.3 Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

1.18.4 Elementi in laterizio per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme :

UNI 9730-1 - Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;

UNI 9730-2 - Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;

UNI 9730-3 - Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.

Dovranno inoltre essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 5.1.9, del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

1.18.5 Tavelle e tavelloni

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.

I tavelloni sono invece quei elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti ed altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6-8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128** - Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.

In riferimento alla citata norma l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma UNI.

1.19 Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

1.19.1 Generalità

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

1.19.2 a) norme generali

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;

UNI 7998 - Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;

UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti;

UNI 8437 - Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.

1.19.3 b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

UNI EN 662 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;

UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;

UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'essudazione dei plastificanti;
UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;
UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;
UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;
UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;
UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;
UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione;
UNI EN 686 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;
UNI EN 687 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati composti di sughero;
UNI EN 688 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

1.19.4 c) posa in opera

UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

1.19.5 Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. s'intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo;
- b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
 - b1) qualità I: piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;
 - b2) qualità II:
 - piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
 - imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
 - piccole fenditure;
 - alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
 - b3) qualità III: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica). Alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
- c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;
- d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:
 - d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
 - d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
 - d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
 - d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;
- e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura. Per i metodi di misura valgono quelli previsti all'art. 34.9 del presente capitolato.
- f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e)
 Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni delle seguenti norme **UNI ISO 3813** e **UNI ISO 3810**.

1.19.6 Classificazione su metodo di formatura ed assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma **UNI EN 87**.

a) a seconda della classe di appartenenza (secondo **UNI EN 87**) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Tabella 30.1. - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica

Formatura	Assorbimento d'acqua, E in %			
	Gruppo I E ≤ 3%	Gruppo II ^a 3% < E ≤ 6%	Gruppo II ^b 6% < E < 10%	Gruppo III E > 10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra direzione dei lavori e fornitore.

b) per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm² minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

c) per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (norma **UNI EN 87**) per cui:

– per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
 – per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori;

d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

1.19.7 Prodotti in gomma per pavimentazioni

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
 - b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della stessa norma **UNI 5137**.
 - c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
 - piastrelle: lunghezza e larghezza $\pm 0,3\%$, spessore $\pm 0,2$ mm;
 - rotoli: lunghezza $\pm 1\%$, larghezza $\pm 0,3\%$, spessore $\pm 0,2$ mm;
 - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
 - rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
 - d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
 - e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
 - f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
 - g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
 - h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
 - i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
 - j) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) ad i) e si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
 - m) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa;
- Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

1.19.8 Prescrizioni dei prodotti in vinile

I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme.

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 649 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 650 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 651 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

UNI EN 652 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;

UNI EN 653 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

UNI EN 654 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 655 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 718 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche i alle norme precitate.

1.19.9 Prodotti di resina

I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

Tabella 30.2. Caratteristiche significative dei prodotti di resina

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	i1	i2	F1	F2	A	S

Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+
+ significativa; - non significativa						

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

1.19.10 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

1.19.11 Mattonelle di cemento

Le mattonelle di cemento potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di cemento sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi, e di terrazze. Devono essere formate di due strati: quello inferiore costituito di conglomerato cementizio, quello superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L' eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0.2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l' esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

1.19.12 Norme di riferimento

Le mattonelle di cemento dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI 2623** - Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;
- UNI 2624** - Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;
- UNI 2625** - Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;
- UNI 2626** - Marmette quadrate di conglomerato cementizio;
- UNI 2627** - Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;
- UNI 2628** - Pietrini quadrati di conglomerato cementizio;
- UNI 2629** - Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.

1.19.13 Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto in mancanza e/o completamente devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15\%$ per il singolo massello e $\pm 10\%$ sulle medie;
- c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per 1 singolo elemento e $\pm 3\%$ per le medie;
- f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

1.19.14 Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI 9065-1** - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione;
- UNI 9065-2** - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo;

1.19.15 Prodotti in pietre naturali

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma **UNI 9379**.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

1.19.16 Mattonelle di asfalto

Le mattonelle di asfalto dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di:

- resistenza all'urto 4 N/m²;
- resistenza alla flessione: 3 N/mm²;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

1.19.17 Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove debbono essere eseguite presso i Laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

1.19.18 I prodotti tessili per pavimenti (moquettes).

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato, velluto plurilivello, ecc.);
- **rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).**

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, per i prodotti dovrà fornire indicazioni circa:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

I valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma **UNI 8014** (varie parti).

I prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa in opera.

1.19.19 Norme di riferimento

In caso di contestazioni circa la qualità del materiale fornito dall'appaltatore si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 8013-1 - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;

UNI 8014-1 - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;

UNI 8014-2 - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;

- UNI 8014-3** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione;
- UNI 8014-4** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione;
- UNI 8014-5** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;
- UNI 8014-6** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione;
- UNI 8014-7** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;
- UNI 8014-8** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;
- UNI 8014-9** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;
- UNI 8014-10** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;
- UNI 8014-12** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all' accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- UNI 8014-13** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- UNI 8014-14** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;
- UNI 8014-15** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamente;
- UNI 8014-16** - Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).

1.19.20 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiabile

Per pavimentazione antisdrucchiabile si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;

0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione ed i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

1.20 Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne

1.20.1 Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norme: **UNI 8942-1**, **UNI 8942-2**, **UNI 8942-3**.

b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma **UNI 8942** (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;

c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla direzione dei lavori.

1.20.2 Prodotti ed i componenti per facciate continue.

I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

– gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;

– **gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;**

– le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;

– i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;

– le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

1.20.3 Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate

I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

1.20.4 Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

1.20.5 Blocchi di gesso

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali, secondo le dimensioni del progetto esecutivo, a discrezione del Direttore dei lavori, per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa od al contatto con acqua, dovranno essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.

In mancanza di norme italiana specifiche si potrà fare riferimento alla **DIN 18163**.

In cantiere il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

1.20.6 Norme di riferimento

a) Classificazione

UNI 8369-2 - Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;

UNI 8979 - Pareti perimetrali verticali. Analisi degli strati funzionali;

UNI 9269 - Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti;

b) Pareti interne semplici

UNI 8201 - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;

UNI 8326 - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;

UNI 8327 - Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;

c) Pareti interne mobili

UNI 10700 - Partizioni interne - Pareti interne mobili - Terminologia e classificazione;

UNI 10815 - Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;

UNI 10816 - Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;

UNI 10817 - Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;

UNI 10879 - Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi ed orizzontali;

UNI 10880 - Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;

UNI 10820 - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti.

d) Materie plastiche cellulari rigide

UNI 10386 - Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

e) Strutture di legno

UNI EN 594 - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;

UNI EN 596 - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.

1.21 Prodotti per coperture discontinue (a falda)

1.21.1 Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura all'uso specifico.

Tabella 34.1. - Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura

Materiale	Pendenza %
Coppi	35%
Tegole piane marsigliesi	35%
Tegole marsigliesi	30%
Lamiera ondulata	20 ÷ 25 %

1.21.2 Le lastre di fibrocemento ecologico

Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);
- lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati in 33.2.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo ed in mancanza od integrazione alle seguenti:

- a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza $\pm 0,4\%$ e massimo 5 mm;
- b) spessore ____ mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza $\pm 0,5$ mm fino a 5 mm e $\pm 10\%$ fino a 25 mm;
- c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
- d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione);
 - tipo 1: 13 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
 - tipo 2: 20 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- e) massa volumica apparente:
 - tipo 1: 1,3 g/cm³ minimo;
 - tipo 2: 1,7 g/cm³ minimo;
- f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
- g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

- a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi dritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla direzione dei lavori;
- c) tenuta all'acqua;
- d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori;
- e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguito da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm³.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

1.21.3 Norme di riferimento

UNI EN 492 - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;

UNI EN 494 - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;

UNI 10636 - Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione.

1.21.4 Lastre di materia plastica rinforzata

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro
 - UNI 6774** - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Generalità e prescrizioni;
 - UNI 6775** - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Metodi di prova;
- b) le lastre di polistirene
 - UNI 7073** - Lastre estruse di polistirene antiurto. Tipi, prescrizioni e prove;
- c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alle norme:
 - UNI EN ISO 7823-1** - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate;
 - UNI EN ISO 7823-2** - Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate.
- d) Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice
 - UNI EN 1013-1** - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova;
 - UNI EN 1013-2** - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (PRFV);
 - UNI EN 1013-3** - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).
- e) Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre
 - UNI 10452** - Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.
- f) i criteri di accettazione sono quelli del punto 33.1.

1.21.5 Lastre di metallo

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ed a completamento alle seguenti caratteristiche:

a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni e di spessore, resistenza al punzonamento _____, resistenza al piegamento a 360° _____; resistenza alla corrosione _____; resistenza a trazione _____

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;

b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma **UNI 10372**.

Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

1.22 Impermeabilizzazioni e coperture piane

1.22.1 Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

1.22.2 Membrane

Le membrane si classificano in base:

- 1) al materiale componente (per esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (per esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (per esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (per esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

1.22.3 Prodotti forniti in contenitori

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura; in ogni caso l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e alla norma **UNI 8178**.

1.22.4 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (**norme UNI 9380-1 e UNI 9380-2**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.22.5 Caratteristiche di accettazione

Le caratteristiche delle membrane di impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 8629-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività;

UNI 8629-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta;

UNI 8629-3 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta;

UNI 8629-4 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta;
UNI 8629-5 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;
UNI 8629-6 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta;
UNI 8629-7 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;
UNI 8629-8 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.

1.22.6 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante sono le seguenti (norma **UNI 9168**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati, devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

1.22.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

Le caratteristiche di accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono rispondere alle norme:

UNI 9168-1 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo;
UNI 9168-2 - Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria.

In particolare dovranno essere controllati i seguenti parametri:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

1.22.8 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.22.9 Membrane destinate a formare strati di protezione

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di protezione sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- giunzioni resistenti a trazione .
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.22.10 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfonato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore).

Classi di utilizzo

Le Classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:

Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.);

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);

Classe F - membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **UNI 8898** (varie parti).

1.22.11 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche ed i valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

1.22.12 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 4157 - Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione;

UNI 4163 - Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

Tabella 35.1. – Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25 °C dmm/min	Punto di rammollimento (palla anello °C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

1.22.13 Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5660 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni;

UNI 5661 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;

UNI 5662 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;

UNI 5663 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);

UNI 5664 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;

UNI 5665 - Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo-ossidazione.

1.22.14 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5654 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni;

UNI 5655 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;

UNI 5656 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;

UNI 5657 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;

UNI 5658 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell' impermeabilità all' acqua;
UNI 5659 - Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.

1.22.15 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:

UNI 4377 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

1.22.16 Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

UNI 4378 - Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati;

UNI 4379 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4380 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4381 - Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici;

UNI 4382 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4383 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale;

UNI 4384 - Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4385 - Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

1.22.17 Prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche ed ai limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione dei lavori.

1.22.18 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.

Per superfici irregolari o inclinate l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

1.22.19 Altre norme di riferimento

UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

UNI 9380-1 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 9380-2 - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.

1.23 Vetri

1.23.1 Norme di riferimento

I vetri dovranno essere rispondenti alle prescrizioni del progetto esecutivo ed alle ulteriori richieste della direzione dei lavori.

In generale dovranno rispondere inoltre alle disposizioni delle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 572-1 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;

UNI EN 572-2 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro float;

UNI EN 572-5 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro stampato;

UNI EN 572-4 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro tirato;

UNI EN 572-7 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro profilato armato e non armato;

UNI 7142 - Vetri piani. Vetri temprati per edilizia ed arredamento;

UNI 7143 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell' azione del vento e del carico neve;

UNI 7144 - Vetri piani. Isolamento termico;

UNI EN 12758 - Vetri piani. Isolamento acustico;

UNI 9186 - Vetri piani. Vetri stratificati per edilizia e arredamento con prestazioni antivandalismo e anticrimine;

UNI 9187 - Vetri piani. Vetri stratificati per l'edilizia e arredamento con prestazioni antiproiettile;

UNI 10593-1 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Generalità e tolleranze dimensionali;

UNI 10593-2 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di invecchiamento, misurazione della penetrazione del vapor d'acqua e requisiti;

UNI 10593-3 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di tipo iniziali per la misurazione della velocità di perdita di gas su vetrate isolanti riempite con gas;

UNI 10593-4 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Metodi di prova per la determinazione delle proprietà fisiche della sigillatura dei bordi;

UNI EN ISO 12543-1 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;

UNI EN ISO 12543-2 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;

UNI EN ISO 12543-3 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;

UNI EN ISO 12543-4 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;

UNI EN ISO 12543-5 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;

UNI EN ISO 12543-6 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto.

1.23.2 Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori ed i montacarichi in servizio privato.

1.23.3 Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 0,3 x 0,3 m appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.

Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 0,5 m, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distaccino dal supporto; la lastra di vetro temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m; la lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti.

Le prove devono essere fatte con temperature ambientali fra 15 °C e 25 °C.

1.23.4 Prova di flessione

La prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per la applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato; di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.

Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza maggiore di 0,6 m o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1 m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

1.23.5 Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intaliate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intaliate completamente, salvo le lastre di vetro temperato le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

1.24 Infissi in legno ed in metallo

1.24.1 Generalità. Definizioni

Si intendono per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono a loro volta in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

1.24.2 Forme. Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

1.24.3 Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

1) Finestre

- isolamento acustico (secondo la norma **UNI 8204**);
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme **UNI EN 1027**);
- resistenza meccanica (secondo le norme **UNI 9158** ed **UNI EN 107**);

2) Porte interne

- tolleranze dimensionali mm 1; spessore mm. 1 (misurate le norme secondo **UNI EN 951**); planarità mm. 1 (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);
- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma **UNI EN 1634-1**, classe 0;

3) Porte esterne

- tolleranze dimensionali mm. 1; spessore mm. 1, misurato secondo la norma **UNI EN 951**;
- planarità mm. 1, misurata secondo la norma **UNI EN 952**;
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento, misurata secondo la norma **UNI EN 1027**;

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

1.24.4 Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbalzi, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampada solari; camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

1.24.5 Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm).

Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

1.24.6 Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

1.24.7 Serramenti in acciaio

Materiali e norme di riferimento per l'accettazione

1) Alluminio

a) Telai

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati;

EN 12020 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega **EN AW-6060** e **EN AW-6063** - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma;

UNI 10680 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili in leghe di alluminio ad interruzione di ponte termico. Requisiti e metodi di prova.

b) laminati, di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

UNI EN 485-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche;

UNI EN 754-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

c) getti in alluminio

UNI EN 1706 - Alluminio e leghe di alluminio. Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

2) Profili in acciaio

a) *Telai*

UNI EN 10079 - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti

b) *laminati a caldo*

UNI 10163-1 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali;

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiera e larghi piatti;

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati;

UNI EN 10143 - Lamiera sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

c) *lamiera a freddo*

UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiera sottili e nastri larghi da costruzione;

UNI EN 10142 - Lamiera e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

d) *lamiera zincate*

UNI EN 10143 - Lamiera sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

UNI EN 10143 - Lamiera e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

3) Acciaio inossidabile

a) *telai*

UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;

UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiera e dei nastri per impieghi generali.

4) Lega di rame

a) *Telai*

UNI 4894 - Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 %;

UNI 3310-1 - Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.

b) *lamiera in rame*

UNI 3310-2 Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiera, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.

1.24.8 Finitura superficiale e verniciatura

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc.. In generale dovrà essere approvata dal direttore dei lavori.

Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della **UNI 9983**.

Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.

Per gli infissi in acciaio inossidabili si farà riferimento alla **UNI 10088-2**.

1.24.9 Guarnizioni

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:

UNI 9122-1 - Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo;

UNI 9122-2 - Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse;

UNI 9729-1 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia;

UNI 9729-2 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale;

UNI 9729-3 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale;

UNI 9729-4 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.

1.24.10 Sigillanti

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:

UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

UNI 9611 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

UNI EN 26927 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

UNI EN 27390 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

UNI EN 28339 - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

UNI EN 28340 - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

UNI EN 28394 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

UNI EN 29048 - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

1.24.11 Porte resistenti al fuoco

Commercializzazione CEE.

Le porte ed altri elementi di chiusura legalmente fabbricati o commercializzati negli altri Stati membri dell'Unione europea od originari degli Stati firmatari dell'accordo SEE, sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione del D.M. 14 dicembre 1993.

La commercializzazione delle porte antincendio deve rispettare le prescrizioni del D.M. 3 novembre 2004.

1.24.12 Marchio di conformità (UNI 9723)

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco debbono essere contrassegnati, con punzonatura in rilievo diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo l'incendio dai seguenti dati:

- nome produttore
- anno di fabbricazione
- nominativo ente certificazione
- numero del certificato di prova
- classe/i di resistenza al fuoco
- numero distintivo progressivo con riferimenti annuale.

Per le superfici esposte al fuoco da precise norme il contrassegno deve essere applicato sulla superficie suscettibile di essere esposta al fuoco.

1.24.13 Porte installate lungo le vie di uscita

Tutte le porte resistenti al fuoco devono essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte in corrispondenza di locali adibiti a depositi possono essere non dotate di dispositivo di autochiusura, purché siano tenute chiuse a chiave.

L'utilizzo di porte resistenti al fuoco installate lungo le vie di uscita e dotate di dispositivo di autochiusura, può in alcune situazioni determinare difficoltà sia per i lavoratori che per altre persone che normalmente devono circolare lungo questi percorsi. In tali circostanze le suddette porte possono essere tenute in posizione aperta, tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito:

- dell'attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;
- dell'attivazione di un sistema di allarme incendio;
- di mancanza di alimentazione elettrica del sistema di allarme incendio;
- di un comando manuale.

1.24.14 Criteri di installazione

In particolare, fatti salvi gli adempimenti previsti da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, l'installazione dei dispositivi di apertura manuale deve essere prevista nei seguenti casi:

a) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi almeno conformi alla norma UNI EN 179 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

a.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da meno di 10 persone;

a.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da un numero di persone superiore a 9 ed inferiore a 26;

b) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi conformi alla norma UNI EN 1125 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

b.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 9 persone;

b.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 25 persone;

b.3) i locali con lavorazioni e materiali che comportino pericoli di esplosione e specifici rischi d'incendio con più di 5 lavoratori addetti.

1.24.15 Sistemi di apertura delle porte

Il datore di lavoro o persona addetta, deve assicurarsi, all'inizio della giornata lavorativa, che le porte in corrispondenza delle uscite di piano e quelle da utilizzare lungo le vie di esodo non siano chiuse a chiave o, nel caso siano previsti accorgimenti antintrusione, possano essere aperte facilmente ed immediatamente dall'interno senza l'uso di chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Nel caso siano adottati accorgimenti antintrusione, si possono prevedere idonei e sicuri sistemi di apertura delle porte alternativi a quelli previsti nel presente punto. In tale circostanza tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura ed essere capaci di utilizzarlo in caso di emergenza.

I dispositivi di apertura manuale, di seguito denominati «dispositivi», delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi, quando ne sia prevista l'installazione, devono essere conformi alle norme UNI EN 179 o UNI EN 1125 o ad altre a queste equivalenti.

1.24.16 Porte scorrevoli e porte girevoli

Una porta scorrevole non deve essere utilizzata quale porta di una uscita di piano. Tale tipo di porta può però essere utilizzata, se è del tipo ad azionamento automatico e può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione elettrica.

Una porta girevole su asse verticale non può essere utilizzata in corrispondenza di una uscita di piano. Qualora sia previsto un tale tipo di porta, occorre che nelle immediate vicinanze della stessa sia installata una porta apribile a spinta opportunamente segnalata.

1.24.17 Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito

Accesso

Porte

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore o non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

1.24.18 Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie

Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie (D.M. 12 aprile 1996) devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

Accesso e comunicazioni

L'accesso può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno, indipendentemente dalla portata termica.

Norme di riferimento

Per i requisiti d'accettazione delle porte e degli altri elementi di chiusura si farà riferimento anche alle seguenti norme:

D.M. 14 dicembre 1993 - Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di porte ed altri elementi di chiusura;

D.M. 9 aprile 1994 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere;

D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;

D.M. 19 agosto 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;

D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;

D.M. 18 settembre 2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private;

D.M. 3 novembre 2004 - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio;

D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

1.25 Prodotti per assorbimento acustico

1.25.1 Definizioni

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a/W_i$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

W_a = energia sonora assorbita.

1.25.2 Classificazione dei materiali

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

1) Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);

2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, trucioli).

b) Materiali cellulari.

1) Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);

- laterizi alveolari;

- prodotti a base di tufo.

2) Sintetici :

- poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);

- polipropilene a celle aperte.

1.25.3 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI ISO 354 (UNI EN 20354)**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurate secondo **ISO/DIS 9053**);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

1.25.4 Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere alle caratteristiche di idoneità all'impiego indicate negli specifici elaborati progettuali di calcolo

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

1.26 Prodotti per isolamento acustico

1.26.1 Definizioni

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

W_t = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza d'intercapedini d'aria.

1.26.2 Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI 8270/3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

1.26.3 Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato realizzato.

1.27 Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.

1.27.1 Tubi in acciaio

In generale deve farsi riferimento alle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, riportante le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiere curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità ed avere di norma caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI 5335-64** o caratteristiche analoghe purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm²;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

Le prescrizioni di cui sopra saranno suscettibili di aggiornamento in relazione all'adozione di norme di unificazione internazionale.

Norme di riferimento:

UNI 6363 – *Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*

UNI EN 10147 – *Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.*

1.27.2 Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

a) spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:

- in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
- in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno $\pm 1,5\%$ con un minimo di 1 mm;

b) diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:

- 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
- 2,5 mm; – 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa;

c) sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;

d) sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche ed al peso specifico di 7,85 kg/cm³ sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sul singolo tubo: + 10%; – 8%;
- per partite di almeno 10 t: $\pm 7,5\%$.

1.27.3 Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati. Ad ogni diametro corrisponde una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto della serie normale mentre quelle con spessore minimo si definiscono della serie leggera.

1.27.4 Tubi senza saldatura

I tubi secondo i prospetti 3.1. (Composizione chimica percentuale) e 3.2. (Caratteristiche meccaniche e tecnologiche a temperatura ambiente) della **UNI 663**, sono classificati nelle seguenti categorie:

- tubi commerciali;
- tubi di classe normale;
- tubi di classe superiore.

I tubi sono forniti in lunghezza commerciali variabili da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m e di + 15 mm per tubi oltre 6 m.

Per i tubi commerciali, le tolleranze su diametro esterno, spessore sono stabilite dal punto 4.5 della **UNI 663**.

Per i tubi di classe normale e superiore, le tolleranze su diametro esterno, spessore sono stabilite dal punto 5.5 della **UNI 663**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

1.27.5 Norme di riferimento

UNI 663 – *Tubi senza saldatura di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici. Qualità, prescrizioni e prove;*

UNI 7287 – *Tubi con estremità lisce senza saldatura, di acciaio non legato di base;*

UNI 8863 – *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.*

UNI EN 10208-1 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Tubi della classe di prescrizione A.*

UNI EN 10208-2 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Tubi della classe di prescrizione B.*

1.27.6 Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 7288 – *Tubi con estremità lisce saldati, di acciaio non legato di base.*

UNI 7091 – *Tubi saldati di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici.*

1.27.7 Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio comprenderà:

– denominazione "tubo"

– norma UNI di riferimento

– diametro esterno

altre indicazioni facoltative:

– tolleranze sulla lunghezza

– lunghezza se diversa da quella normale.

1.27.8 Rivestimento interno

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dal Prospetto VII in base alla classe prescelta della **UNI 5256**.

I tubi sono trattati all'interno con un adeguato rivestimento a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti più impiegati sono: bitume di 2-4 mm di spessore; con resine epossidiche di 0,5-1 mm; a base di polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata, opportunamente dosata, per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

1.27.9 Norme di riferimento:

UNI ISO 5256 – Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse. Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame.

UNI ISO 6600 – Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione.

UNI ISO 4179 – Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali.

1.27.10 Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**UNI ISO 5256**):

– primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;

– uno o più strati protettivi a base di bitume;

– uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

La classe di spessore (I, II, III e IV) del rivestimento deve essere scelta in base al prospetto VI e con riferimento alle caratteristiche di cui al punto 7.1.2 (Spessore) della citata **UNI ISO 5256**.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda al punto 4.1 della norma **UNI ISO 5256**.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento per favorirne l'aderenza.

Tabella 43.1. – Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce	Estremità filettate e manicottate	
					kg/m	kg/m	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 1/4
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 1/2
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 1/2
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tabella 43.2. – Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	estremità filettate e manicottate kg/m	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 1/4
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 1/2
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 1/2
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella 43.3. – Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	estremità filettate e manicottate kg/m	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 1/4
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 1/2
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 1/2
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 43.4. – Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

1.27.11 Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres debbono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciati sia internamente e sia esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma **UNI EN 295** definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

- a) Tubi
UNI EN 295-1 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni;
UNI EN 295-2 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento;
UNI EN 295-3 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova;
UNI EN 295-4 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili;
UNI EN 295-5 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres;
UNI EN 295-6 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres;
UNI EN 295-7 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta;
b) Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi
UNI 9459 - Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.

1.27.12 Tubazioni in PVC

I tubi, i raccordi, le valvole e le attrezzature ausiliarie in PVC per condotte di fluidi in pressione, devono rispettare le caratteristiche **UNI EN 1452** (varie parti):

UNI EN 1452-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Generalità.

UNI EN 1452-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC) – Tubi.

UNI EN 1452-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Raccordi.

UNI EN 1452-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Idoneità all'impiego del sistema.

1.27.13 Tubi per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili

Le caratteristiche delle tubazioni di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili, devono fare riferimento alla **UNI 7445** ed in particolare al prospetto III.

La serie degli spessori del tubo, scelto in relazione alla classe di intensità di traffico (1, 2 e 3) e alla profondità di interrimento (a, b, c) sarà indicato con R, S e Q conformemente al prospetto 1 della **UNI 7445**.

I diametri esterni e le relative tolleranze, lo spessore e le relative tolleranze in funzione della serie (Q, R e S) faranno riferimento al prospetto II della **UNI 7445**.

1.27.14 Designazione e marcatura

La designazione deve comprendere:

- denominazione
- diametro esterno
- serie di spessori
- norma di riferimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare:

- indicazione del materiale
- diametro esterno
- l'identificazione del produttore
- data di fabbricazione.

1.27.15 Raccordi

Per le caratteristiche costruttive, dimensionali e di accettazione dei raccordi si farà riferimento alla norma **UNI 7446**.

1.27.16 Giunzioni

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica.

Potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato), del tipo a vite e manicotto ed infine del tipo a flangia mobile.

La norma **UNI 7447** prescrive che la tenuta idraulica di questo tipo di giunto (per tubi e raccordi) deve essere assicurata nelle seguenti condizioni: pressione idrostatica interna di 0,5 bar in condizioni di deformazione diametrale massima ammissibile del tubo (5%) nelle vicinanze della giunzione; pressione idrostatica interna 0,5 bar in condizioni di deviazione angolare (2°) forzata oltre il libero gioco permesso dalla giunzione; pressione idrostatica esterna 0,5 bar o depressione interna di 0,3 bar.

Tabella 43.5. – Pressione di esercizio dei tubi in PVC secondo diversi parametri

Categoria	Temperatura °C	Spessori				
		1	2	3	4	5
PVC 60	20	0,25	0,40	0,60	1,00	1,60
	40	0,10	0,16	0,25	0,60	1,00
	60	-	-	-	0,10	0,25
PVC 100	20	0,40	0,60	1,00	1,60	-
	40	0,25	0,40	0,60	1,00	-
	60	-	-	0,10	0,25	-

Tabella 43.6. – Valori di tolleranza dei tubi in PVC

Diametro	Diametro esterno medio		Diametro esterno			
			Serie spessori 1, 2		Serie spessori 3,4,5	
	min	max	min	max	min	max
6	6,0	6,3	-	-	5,7	6,3
8	8,0	8,3	-	-	7,7	8,3
10	10,0	10,3	-	-	9,7	10,3
12	12,0	12,3	-	-	11,7	12,3
16	16,0	16,3	-	-	15,7	16,3
20	20,0	20,3	-	-	19,7	20,3
25	25,0	25,3	-	-	24,7	25,3
32	32,0	32,3	-	-	31,7	32,3
40	40,0	40,3	38,8	41,2	39,7	40,3
50	50,0	50,3	48,5	51,5	49,7	50,3
63	63,0	63,3	61,5	64,9	62,7	63,3

Tabella 43.7. – Tolleranze ammesse per i tubi in PVC

Diametro	Serie spessori				
	1	2	3	4	5
6	-	-	-	-	1,0 ^{+0,3}
8	-	-	-	-	1,0 ^{+0,3}
10	-	-	-	1,0 ^{+0,3}	1,2 ^{+0,4}
12	-	-	-	1,0 ^{+0,3}	1,5 ^{+0,4}
16	-	-	-	1,6 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}
20	-	-	-	1,6 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}
25	-	-	1,6 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}
32	-	-	1,6 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}	3,8 ^{+0,6}
40	-	1,8 ^{+0,4}	2,0 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}	4,7 ^{+0,7}
50	-	1,8 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}	3,7 ^{+0,6}	5,9 ^{+0,8}
63	1,8 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}	4,7 ^{+0,7}	7,5 ^{+1,0}

1.27.17 Tubazioni di fibrocemento**Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità**

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla **UNI ENV 197-1**.

La legge 27 marzo 1992, n. 257 – *Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto* – ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti N.T (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati secondo la resistenza minima alla compressione in tre classi in base al carico agente sulla superficie interna unitaria: 60, 90 e 120 kN/m². In particolare i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della **UNI 588-1**, valido per diametro nominale fino a 1000, per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della **UNI 588-1**.

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi debbono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione ed irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali devono essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della **UNI 588-1**.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della **UNI 588-1**.

1.27.18 Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.11 della **UNI 588-1** dovrà essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;

- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.

In particolare per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla NT.

1.27.19 Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti ed i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare alle norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna od esterna di 100 ± 10 kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non debbono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma **UNI EN 681/1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

1.27.20 Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della UNI 588-1, debbono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della **UNI 588-1**);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della **UNI 588-1**);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della **UNI 588-1**).

1.27.21 Tubi in polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato, ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C, devono alle prescrizioni seguenti norme:

UNI 9338 -Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 9349 -Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

Per il convogliamento di fluidi caldi ad uso non alimentare in esercizio continuo, dovrà impiegarsi il tipo 314, mentre per il convogliamento di fluidi alimentari e sanitari caldi dovrà utilizzarsi il tipo 315.

1.27.22 Tubi in polipropilene (PP)

Per le caratteristiche dei tubi in polipropilene (PP), ricavati osmpolimeri e/o cosmopolimeri del propilene, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8318 - Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 8321 - Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare , in pressione, temperature fino 100 °C. In generale per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI 8318**.

1.27.23 Tubi in polietilene ad alta densità (PE ad)

I tubi per condotte di scarico interrate saranno individuati come tipo 303 di cui al Prospetto I della **UNI 7613**.

La norma **UNI 7613** prevede diametri nominali, coincidenti con i diametri esterni medi, dal DN 110 al DN 1200.

La pressione nominale PN corrispondente sarà di 3,2 bar ed i tubi devono essere conformi, per diametri (esterno ed esterno medio), spessori e relative tolleranze al prospetto II (Dimensioni) di cui al punto 5 della **UNI 7613**.

I valori dei diametri esterni previsti sono: 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000 e 1200.

Le condizioni d'impiego sono previste dalla **UNI 7613**.

I tubi devono essere forniti in barre di 6,00 m o 12,00 m secondo disposizione.

Per gli ulteriori requisiti si rimanda al prospetto III (Requisiti) della **UNI 7613** che prevede:

- esame dell'aspetto, da eseguirsi con riferimento al punto 4.1 della **UNI 7615**;
- verifica delle tolleranze sul diametro esterno medio, sul diametro esterno qualunque, sullo spessore e sulla lunghezza, da eseguirsi con riferimento al punto 4.2 della **UNI 7615**;
- prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.3 della **UNI 7615**;
- tensioni interne dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.4 della **UNI 7615**;
- resistenza alla pressione interna da eseguirsi con riferimento al punto 4.5 della **UNI 7615**.
- resistenza chimica nei confronti dei fluidi: **UNI ISO/TR 7474**.

1.27.24 Raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua

I raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni della **UNI 10910-3** e C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 emanata dal Ministero della Sanità.

Per i raccordi a serraggio meccanico in materiale plastico valgono i requisiti della norma **UNI 9561**.

1.27.25 Designazione e marcatura

La designazione dei tubi in PE ad dovrà comprendere: la denominazione, l'indicazione del tipo, il valore del diametro D, la pressione nominale PN, il riferimento alla citata norma.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PE a.d.); il tipo; il valore del diametro esterno D; la pressione

nominale PN; il marchio di fabbrica; il periodo di produzione.

1.27.26 Norme di riferimento

I tubi di polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle seguenti norme UNI:

UNI ISO/TR 7474 - Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 7611 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7612 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7613 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7615 - Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova;

UNI 7616 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

Tabella 43.8. – Diametri e spessori dei tubi in PEad

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3	-	-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

1.27.27 Tubi in rame

Impieghi

I requisiti, i criteri per il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura dei tubi di rame sono quelli previsti dalla norma **UNI EN 1057** - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

Le prescrizioni della norma UNI si applicano ai tubi rotondi di rame senza saldatura aventi un diametro esterno da 6 mm fino a 267 mm, impiegati per:

- le reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- gli impianti di riscaldamento ad acqua calda, inclusi gli impianti a pannelli radianti;
- la distribuzione di combustibili domestici gassosi e liquidi;
- lo smaltimento di acqua di scarico sanitario.

Con riferimento all'art. 125, comma 1, lettera d) del R.D. 3 febbraio 1901, n. 45, Regolamento generale sanitario (G.U. 21 febbraio 1901, n. 44), è vietato vendere qualsiasi oggetto destinato a porsi in contatto diretto con sostanze alimentari e bevande che siano, fatti di rame od ottone e non rivestiti internamente di stagnature o saldati con lega di stagno e piombo contenente di questo ultimo più del 10 per cento; il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico delle condotte per acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:

- 1) il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per tubazioni nell'interno delle abitazioni;
- 2) il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore al 99,90 per cento di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a gr. 0,04 per cento;
- 3) i tubi di rame elettrolitico, che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a gr. 0,015 per cento, all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;
- 4) l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi di rame per litro dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg. 1,5 per litro;
- 5) le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 cm sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale.

1.27.28 Designazione

La designazione del tubo di rame deve riportare i seguenti dati:

- denominazione (tubo di rame);
- norma **UNI EN 1057**;
- stato metallurgico del materiale indicato dal prospetto 1 della norma **UNI EN 1057**;

- dimensioni nominali della sezione.

1.27.29 Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma **UNI EN 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete, espressa in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

1.27.30 Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne ed interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive nè presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

1.27.31 Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **EN 10234**.

1.27.32 Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

1.27.33 Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm fino a 54 mm compresi devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma **EN 1057**;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno x spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso oppure di diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

1.27.34 Prove per verificare l'assenza di difetti

La verifica dell'assenza di difetti, con riferimento all'appendice C della norma **UNI EN 1057**, potrà essere confermata mediante le seguenti prove:

- controllo mediante le correnti indotte;
- prova idrostatica;
- prova pneumatica.

Tabella 43.9. – Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tabella 43.10. – Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Tabella 43.11. – Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame con riferimento alla norma UNI 6507

Diametro esterno	Scostamenti limite	
	diametro medio	diametro esterno
6-18	± 0,045	-
22-28	± 0,055	-
35-54	± 0,07	-
64-76,1	± 0,07	± 0,08
88,9	± 0,07	± 0,10
108	± 0,07	± 0,12

Tabella 43.12. – Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,10	± 0,14	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
18	± 0,11	± 0,15	-	-	-	-	-
22	± 0,11	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-
28	-	-	-	± 0,21	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
42	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
54	-	-	-	± 0,25	± 0,32	-	-
64	-	-	-	-	± 0,32	-	-
76,1	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
88,9	-	-	-	-	± 0,32	± 0,40	-
108	-	-	-	-	-	± 0,40	± 0,50

1.27.35 Tubi in ghisa sferoidale

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** sono nei seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163** e **UNI 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative all'estremità lisce dei tubi e dei raccordi la norma **UNI EN 545** prescrive

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40 ÷ 200;
- una tolleranza ≤ 1% per tubi aventi DN 250 ÷ 600 e ≤ 2% per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della **UNI EN 545** con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m = ± 150 mm;
- altre lunghezze unificate = ± 100 mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545**, prospetto 6, sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia: ± 30 mm;
- raccordi con giunti a bicchiere: ± 20 mm;
- tubi e raccordi per giunti a flangia: ± 10 mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN), le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della **UNI EN 545**.

1.27.36 Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno ed all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta ed infine ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano, vernice bituminosa.

1.27.37 Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi secondo la **UNI EN 545** debbono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in: nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso, rivestimento con manicotto di polietilene.

Relativamente al rivestimento esterno, per tutto quanto non precisato dal presente articolo, si applicheranno le prescrizioni della **UNI ISO 8179**.

1.27.38 Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598/95** e/o **UNI EN 545**.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria ad una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598/95**).

Devono inoltre avere le estremità a borchie per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

1.27.39 Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo, invece quelli con strappi più grandi devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

1.27.40 Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito danneggiamenti durante la movimentazione che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi ed i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benestare della stazione appaltante, la riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

1.27.41 Marcatura dei tubi e raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

a) indicazioni che devono essere ottenuti direttamente nella fusione del getto:

- designazione GS;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (DN);

b) indicazioni che possono essere applicati con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:

- norma UNI di riferimento;
- certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
- designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

1.27.42 Tubi in alluminio

I tubi in alluminio devono rispondere alla norma:

UNI 10876 - Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi.

1.27.43 Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme **UNI 7125**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI 9157**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI 9335**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

1.27.44 Pompe

Le pompe centrifughe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI:

UNI EN ISO 9908 - Specifiche tecniche per pompe centrifughe. Classe III;

UNI EN 22858 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale (pressione nominale 16 bar). Designazione, condizioni nominali di esercizio e dimensioni;

UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C;

UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B;

UNI EN 733 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione.

2. CAPO 2 – NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati:

- **Legge 20 marzo 1865, n. 2248** - Legge sui lavori pubblici (All. F);

- **C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** - Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti;

- **C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633** - Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

- **C.M. 2 dicembre 1978, n. 102** - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare;

- **C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** - Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;

- **D.M. 24 novembre 1984** - Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

- **D.M. 12 dicembre 1985** - Norme tecniche relative alle tubazioni;

- **C.M. 20 marzo 1986, n. 27291** - D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;

- **D.M. 20 novembre 1987** - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;

- **D.M. 11 marzo 1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

- **C.M. 24 settembre 1988, n. 30483** - Legge 2 febbraio 1974, n. 64 art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

- **C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787** - Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;

- **Legge 9 gennaio 1989, n. 13** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

- **C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** - Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;

- **D.M. 14 giugno 1989, n. 236** - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

- **Legge 5 marzo 1990, n. 46** - Norme per la sicurezza degli impianti;

- **D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** - Nuovo codice della strada;

- **D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

- **D.M. 9 maggio 2003, n. 156** - Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

- **Legge 11 febbraio 1994, n. 109** - Legge quadro in materia di lavori pubblici;

- **D.M. 9 gennaio 1996** - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

- **D.M. 16 gennaio 1996** - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

- **D.M. 16 gennaio 1996** - Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»;

- **C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG/STC** - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

- **D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici;

- **C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9 gennaio 1996;

- **C.M. 29 ottobre 1996** - Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;

- **D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22** - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

- **D.M. 8 gennaio 1997, n. 99** - Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature;

- **C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

- **Dir.P.C.M. 3 marzo 1999** - Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici;

- **D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;

- **C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** - Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;

- **D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554** - Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 legge quadro in materia di lavori pubblici, e successive modificazioni;
- **D.M. 19 aprile 2000, n. 145** - Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;
- **C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10** - Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua - D.M. 12 dicembre 1985 - Chiarimenti;
- **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia;
- **D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** - Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità;
- **Legge 21 dicembre 2001, n. 443** - Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- **Legge 1 agosto 2002, n. 166** - Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti (Collegato alla finanziaria 2002);
- **D.Lgs. 22 agosto 2002, n. 190** - Attuazione della legge 21 dicembre 2001, n. 443 per realizzazione delle infrastrutture e degli insediamenti produttivi strategici e di interesse nazionale;
- **Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274**. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- **D.M. 8 maggio 2003, n. 203** - Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;
- **D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137;
- **D.M. 6 aprile 2004, n. 174** - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- **Legge 14 maggio 2005, n. 80**. Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge n. 35 del 2005, recante disposizioni urgenti nell'ambito del Piano di azione per lo sviluppo economico, sociale e territoriale. Deleghe al Governo per la modifica del codice di procedura civile in materia di processo di cassazione e di arbitrato nonché per la riforma organica della disciplina delle procedure concorsuali (competitività);
- **D.M. 27 luglio 2005** - Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia»;
- **D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- **D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009**. - Norme tecniche per le costruzioni;
- **D.M. 15 settembre 2005** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- **D.Lgs. 3 aprile 2006** - Norme in materia ambientale;
- **D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163** - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- **D.M. 14/01/2008** - Norme tecniche sulle costruzioni
- **D.Lgs. 81/2008** - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- **Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37** - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

2.2 Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori

2.2.1 Impianto del cantiere

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 30 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

2.2.2 Vigilanza del cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite od in corso di esecuzione.

La custodia del cantiere installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda ed ottenga di essere sciolto dal contratto.

2.2.3 Caposaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei caposaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nella esecuzione dei lavori. La verifica di tali caposaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore sarà responsabile della conservazione di caposaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori.

L'impresa è tenuta al controllo completo di tutte le quote e del profilo idraulico di progetto che assumerà come proprio al termine delle rilevazioni.

2.2.4 Locale Ufficio di direzione dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e anti-intrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (Fax, fotocopiatrice, computer, software, etc).

I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito od accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

2.2.5 Ordine dell'esecuzione dei lavori

In linea generale l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della stazione appaltante.

Questa si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire la precedenza od il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

2.2.6 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:

a) numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno della quindicina, con le relative ore lavorative.

b) genere di lavoro eseguito nella quindicina giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine della quindicina, stabilendosi una penale, per ogni giorno di ritardo, di euro 30.00.

2.2.7 Cartelli indicatori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro 5 giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1,00 m x 2,00 m recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche ed integrazioni necessarie per adattarlo ai casi specifici.

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi.

Tanto i cartelli che le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica e agli agenti atmosferici e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza od il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro 1.000,00 (mille). Sarà inoltre applicata una penale giornaliera di euro 50,00 (cinquanta) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

2.2.8 Oneri per le pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

2.3 Prevenzione infortuni

2.3.1 Norme vigenti

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme:

D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320 - Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo;

D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 - Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa;

D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro

Legge 7 novembre 2000, n. 327 - Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto;

D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109;

D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222 - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109;

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le ulteriori indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

D.Lgs. n. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

2.3.2 Accorgimenti antinfortunistici e viabilità

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatacchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata

protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli ed agli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità.

2.3.3 Dispositivi di protezione

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme e alle disposizioni del piano di sicurezza e di coordinamento ed alle eventuali integrazioni del piano operativo di sicurezza. Tali dispositivi devono rispettare le seguenti norme:

UNI EN 340 - Indumenti di protezione. Requisiti generali;

UNI EN 341 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa;

UNI EN 352-1 - Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie;

UNI EN 353-1 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida;

UNI EN 353-2 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile;

UNI EN 354 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini;

UNI EN 355 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia;

UNI EN 358 - Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro;

UNI EN 360 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile;

UNI EN 361 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo;

UNI EN 362 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori;

UNI EN 363 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta;

UNI EN 364 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova;

UNI EN 365 - Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura;

UNI EN 367 - Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: Determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.

3. CAPO 3 – MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

3.1 Demolizioni

3.1.1 Interventi preliminari

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;

2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;

3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

3.1.2 Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

3.1.3 Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli imprevisti o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

3.1.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

3.1.5 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica od altra discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

3.1.6 Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

3.1.7 Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio ecc.

3.1.8 Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5,00 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o risultare pericolosi per i lavoratori addetti.

3.2 Scavi e sbancamenti in generale

3.2.1 Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

3.2.2 Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splanteamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

3.2.3 Splanteamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni d.LGS. 81/2008, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

3.2.4 Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni del d.Lgs. n. 81/2008, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

3.2.5 Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinesse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

3.2.6 Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

3.2.7 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato, secondo le prescrizioni del D.Lgs. 81/2008, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

3.2.8 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce il D.Lgs. 81/2008, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

3.2.9 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere (Enel,

Telecom, P.T., Comuni, Consorzi, Società, etc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltre che, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'Impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanee e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

3.2.10 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

3.2.11 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

3.3 Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

3.4 Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

3.5 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

3.6 Paratie e diaframmi

3.6.1 Generalità

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;
- _____ ;
- _____ .

Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

3.6.2 Palancole infisse

Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: **UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2**.

3.6.3 Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

3.6.4 Paratie costruite in opera

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

3.6.5 Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

3.7 Fondazioni dirette

3.7.1 Scavi di fondazione

Fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

3.7.2 Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

In corso d'opera il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

3.7.3 Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato speciale, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

3.8 Opere e strutture di muratura

3.8.1 Criteri generali per l'esecuzione

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).

La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superficie viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione sarà rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) saranno interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità come meglio nel seguito specificato.

3.8.2 Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista dovranno essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso così come quello dell'ultimo in sommità della parete, dovrà essere eseguito con "malta bastarda". Almeno ogni quattro ricorsi dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di mm 8 né minore di mm 5 (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

Nella realizzazione della muratura di laterizi "a faccia vista" si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento saranno utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti ed aventi specifiche caratteristiche quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non dovranno avere spessore maggiore di mm 5 e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette saranno eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio saranno introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

3.8.3 Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo a cassa vuota sarà costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.

La doppia parete sarà dotata di collegamenti trasversali.

La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di cls vibrocompresso;
- mattoni forati a 6 fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita una arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- - mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- - blocchi di cls vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

3.8.4 Facce a vista delle murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- 1) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- 2) a mosaico grezzo;
- 3) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- 4) con pietra squadrata a corsi regolari.

a) Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

b) Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

c) Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

d) Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

3.8.5 Spessore minimo dei muri

A norma del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla tabella 55.1.

Tabella 56.1. - Spessore dei muri (D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009.)

Tipo di muratura	Spessore minimo cm
a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
d) muratura di pietra squadrata	24
e) muratura listata	40

3.8.6 Cordoli di piano

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro. Tutti i muri devono essere collegati al livello dei solai mediante cordoli di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche, le cui estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. Si possono adottare opportuni accorgimenti per il collegamento in direzione normale alla tessitura dei solai che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei ai solai stessi.

3.8.7 Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione e di altezza non

inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

3.8.8 Muratura armata

Generalità

Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali. Armature orizzontali possono essere disposte nei ricorsi di malta fra gli elementi di muratura. La malta od il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature deve avere $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ e deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura e costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. Quanto sopra è essenziale ai fini della collaborazione laterizio-armatura.

Dettagli costruttivi

Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata.

La disposizione dell'armatura deve essere studiata in modo da assicurarne la massima protezione nei confronti degli agenti corrosivi esterni; in ogni caso le distanze tra la superficie esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene devono essere non inferiori a 5 cm. La conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da permettere la realizzazione dello sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi, sia nel piano del muro che nel suo spessore.

Armature in corrispondenza delle aperture

Lungo i bordi orizzontali delle aperture si deve disporre armatura la cui sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dalle verifiche di sicurezza, e comunque non inferiore a cm^2 per ciascun bordo. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60 diametri.

Armature verticali

L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari; la sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dall'analisi delle sollecitazioni, con un minimo di cm^2 per estremità. Altra armatura verticale, di sezione uguale a quella disposta alle estremità, si deve disporre nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di 5 m. Tutte le armature verticali devono essere estese all'intera altezza del pannello murario; nel caso in cui si abbia continuità verticale tra più pannelli, le corrispondenti armature devono essere collegate tra loro con le modalità nel seguito precisate. Le armature che non proseguono oltre il cordolo devono essere a questo ancorate.

Le armature verticali devono essere alloggiate in vani di forma tale che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Di detti vani deve essere assicurato l'efficace e completo riempimento con malta o conglomerato cementizio.

Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che al crescere del carico lo snervamento dell'acciaio abbia luogo prima che venga meno il contenimento esercitato dagli elementi. In mancanza di dati sperimentali relativi agli elementi impiegati, o per fori in cui il diametro del cilindro inscrivibile sia superiore a 10 cm, le barre devono essere connesse per mezzo di idonei dispositivi meccanici, ovvero circondate da idonea staffatura per tutta la lunghezza della sovrapposizione, che deve essere assunta almeno pari a 60 diametri.

Armature orizzontali

In corrispondenza dei solai vanno disposti cordoli in calcestruzzo armato. Nei cordoli deve essere alloggiata l'armatura concentrata alle estremità orizzontali dei pannelli.

Altra armatura orizzontale, che costituisce incatenamento, di sezione non inferiore a 4 cm^2 , deve essere disposta nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di m 4.

Tale armatura deve essere alloggiate all'interno di vani di dimensioni tali da permetterne il completo ricoprimento con la stessa malta usata per la muratura.

La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri. Alle estremità dei muri le barre devono essere ripiegate nel muro ortogonale per una lunghezza pari ad almeno 30 diametri.

Ulteriori armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm devono essere disposte nel corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm, collegate mediante ripiegatura alle barre verticali presenti alle estremità del pannello murario.

Armatura diffusa

L'armatura diffusa deve essere costituita da barre orizzontali e verticali, di sezione non inferiore a 0,2 cm^2 ciascuna, disposte nelle pareti murarie ad interassi non superiori al doppio dello spessore di ciascuna parete, e collegate mediante ripiegatura alle barre rispettivamente verticali e orizzontali presenti alle estremità del pannello murario. La sezione complessiva delle barre verticali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua lunghezza; la sezione complessiva delle barre orizzontali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua altezza.

3.8.9 Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespa

Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Vespai e intercapedini

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

3.9 Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

3.9.1 Calcestruzzo leggero strutturale

Definizioni

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m³ ed una resistenza caratteristica a compressione R_{ck} a 28 gg. non inferiore a 15 N/mm².

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 - Parte 2°**. Per la determinazione di R_{ck} valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

3.9.2 Aggregato leggero

Definizioni

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato ed il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 5°**.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 - Parte 4°**.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

Caratteristiche dei granuli

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come la quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, è espressa in per cento della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 Parte 6°** (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m³, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m³.

3.9.3 Composizione del calcestruzzo

Definizioni

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma **UNI 7549 - Parte 12°**.

Acqua

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero deve essere costituita da:

- acqua efficace: quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita: dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo ad una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume come valore dell'acqua assorbita quello pari all'assorbimento in peso a 30 min misurato secondo la **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

Aria occlusa

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compresso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

3.9.4 Confezione e posa del calcestruzzo

Confezione

È opportuno eseguire una prova di miscelazione al fine di verificare l'idoneità dell'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

Consistenza

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere «plastica» al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

Posa e compattazione

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore di quella corrispondente adottato per il calcestruzzo ordinario.

Proprietà del calcestruzzo indurito

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno «studio preliminare di qualificazione» esteso alle grandezze di seguito indicate.

Massa volumica

Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 - Parte 2°**.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m³ la massa misurata del calcestruzzo.

Resistenza caratteristica a compressione

La resistenza caratteristica a compressione va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Resistenza a trazione

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI vigenti.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media f_{ctm} su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$\begin{aligned}f_{ctk} (5\%) &= 0,7 f_{ctm} \\f_{ctk} (95\%) &= 1,3 f_{ctm}\end{aligned}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 provini prismatici o cilindrici.

3.9.5 Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

Trasporto e consegna

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Norma di riferimento:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Getto

Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 gg. In climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegare i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

Getti in climi freddi

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0 °C. Nei casi estremi la Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90 °C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

Getti in climi caldi

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa. Il calcestruzzo dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

Vibrazione e compattazione

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Stagionatura e protezione

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione ed il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma UNI EN 206-1.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

a) l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.

b) il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;

c) che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal Progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Norma di riferimento:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

Maturazione accelerata a vapore

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi ed adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescio di azioni dinamiche.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili,
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente, deve essere eseguito:
- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori;

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni e soprattutto agli spigoli delle strutture.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni 28 dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla Direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La direzione dei Lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni;

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Tabella 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.

	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

Casseforme e puntelli

Caratteristiche delle casseforme

Nella realizzazione delle strutture in c.a. debbono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Tabella 57.2. Legname per carpenteria

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

(fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria,)

Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

Disarmo

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal direttore dei lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

3.9.6 Prescrizioni per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe, la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a "faccia a vista" che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura ed il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

3.10 Armature degli elementi strutturali in cemento armato

3.10.1 Controllo del peso e della sezione

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009., dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il Direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

3.10.2 Giunzioni e saldature

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate manicotti filettati.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al Direttore dei Lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della direzione dei lavori.

Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre.

Negli altri casi, le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla direzione dei lavori prima dell'inizio delle attività.

Nel corso dei lavori il Direttore dei lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

3.10.3 Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con pazzia saldata l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

3.10.4 Armature minime degli elementi strutturali in c.a

Generalità

Le armature di elementi strutturali in c.a devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 5.16 delle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

3.10.5 Armatura longitudinale

Gli elementi strutturali debbono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi, non può essere inferiore a 0,5.

3.10.6 Travi: armatura trasversale, armatura a taglio e a torsione

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/m$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque interasse non inferiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore $12 \Phi_i$, essendo Φ_i il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

In presenza di significative sollecitazioni torsionali dovranno disporsi nelle travi staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a $2,0 b \text{ mm}^2$, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurata in millimetri; il passo delle staffe non dovrà superare 1/8 della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque non superiore a 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza da un nodo strutturale pari a 2 volte l'altezza della trave, le prescrizioni precedenti vanno raddoppiate.

3.10.7 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato.

Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.

Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

3.10.8 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

3.10.9 Pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono essere maggiori od uguali a 12 mm.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per i tratti a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza dalla sezione di momento flettente massimo pari a 0,33 volte la distanza tra le sezioni di momento flettente massimo e nullo, le staffe devono essere disposte ad interasse non maggiore di 5 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 100 mm.

Il diametro delle staffe non deve essere minore di 8 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

3.10.10 Strutture bidimensionali piane e curve

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:

- a) diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti = 10 mm;
- b) diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;
- c) elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m^2 di parete;
- d) la percentuale minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete deve essere pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi ovvero in corrispondenza di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:

- a) diametro minimo delle barre = 6 mm;
- b) percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;
- c) elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m^2 ;
- d) armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.

Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

3.11 Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio

3.11.1 Generalità

Si intendono come solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

3.11.2 Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio

Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

La resistenza allo stato limite ultimo è affidata al conglomerato cementizio ed alle armature ordinarie e/o precomprese.

3.11.3 Prescrizioni dimensionali minime

Spessore minimo dei solai

Lo spessore minimo dei solai non deve essere minore di 150 mm.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

Spessore minimo della soletta

Nei solai lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 40 mm.

Larghezza ed interesse delle nervature

La larghezza minima delle nervature in conglomerato cementizio per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse tra i travetti e comunque non inferiore a 80 mm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 520 mm.

Armatura trasversale

La soletta superiore del solaio deve essere munita di adeguata armatura di ripartizione, pari ad almeno 3 Φ 6 al metro o al 20% di quella longitudinale.

Armatura longitudinale

L'armatura longitudinale minima deve essere superiore a:

$A_s \min \geq 0,7 h \text{ mm}^2/\text{m}$ con h espresso in millimetri.

Distacco delle parti in laterizio

Particolare attenzione deve essere dedicata alla sicurezza al distacco di parti laterizie, specialmente in dipendenza di sforzi trasversali di carattere secondario, ovvero a seguito di aumenti di temperatura.

3.11.4 Esecuzione

Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco $\geq 8 \text{ mm}$;
- distanza netta tra armatura ed armatura $\geq 10 \text{ mm}$.

Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a $4,5 \text{ kN/m}^3$ di cemento e calcestruzzi con $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$.

Blocchi

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

Modalità di getto

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm^2 dovranno adottarsi spessori inferiori ad 10 mm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

3.11.5 Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio

Elementi con armatura pre-tesa

Per elementi con armatura pre-tesa è ammessa la deroga all'obbligo di disporre la staffatura.

Criteri di calcolo

Per le strutture parzialmente gettate in opera può omettersi la staffatura di collegamento quando la tensione tangenziale media in esercizio per combinazioni rare tra l'elemento prefabbricato e il conglomerato cementizio gettato in opera risulti inferiore a $0,3 \text{ N/mm}^2$ per le superfici di contatto lisce e $0,45 \text{ N/mm}^2$ per superfici scabre.

Getti in opera

I travetti privi di armature a taglio devono essere integrati sugli appoggi da getti in opera contenenti armatura inferiore convenientemente ancorata in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio, salvo che per gli elementi di solai di copertura poggianti su travi e dotati di adeguata lunghezza di appoggio.

Tali collegamenti, se destinati ad assicurare continuità strutturale agli appoggi, dovranno essere verificati secondo le disposizioni relative al conglomerato cementizio armato normale, verificando altresì le condizioni di aderenza fra getti in opera e travetti, secondo i criteri indicati al punto precedente.

3.11.6 Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di conglomerato cementizio armato e conglomerato cementizio armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prima della messa in opera.

3.11.7 Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in e.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui ai punti 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.7. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Oltre a quanto indicato nei precedenti capitoli relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. L'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare un comportamento bidimensionale a piastra è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistenti alle sollecitazioni di flessione, taglio e torsione.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata e si deve verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

Particolare attenzione va posta all'assorbimento degli sforzi di taglio, nelle sezioni terminali d'appoggio, mediante armature longitudinali.

3.12 Regole di esecuzione per le strutture in acciaio

3.12.1 Composizione degli elementi strutturali

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4 \text{ mm}$.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

3.12.2 Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprighiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) siano verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

3.12.3 Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduali, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti debbono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

3.12.4 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

3.12.5 Unioni a taglio con bulloni normali

Bulloni

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

Tolleranze foro - bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm. e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

3.12.6 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

Pulizia delle superfici

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso. La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ debbono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

Bulloni

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la **UNI EN 20898**.

Interasse dei bulloni e distanze dai margini

Valgono le limitazioni di cui al punto 62.2.2.

Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati. La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

3.12.7 Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo **EN 287-1** da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo **EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo **EN 2883**.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo **EN 473** almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica.

Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto.

L'entità ed il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

3.12.8 Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 ed i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

3.12.9 Piastre od apparecchi di appoggio

Basi di colonne

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione.

Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciante che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

Appoggi di gomma

Per gli appoggi di gomma si applicheranno le istruzioni di cui alla norma **CNR 10018/87** (Bollettino Ufficiale C.N.R. - XXVI - n. 161 - 1992).

Appoggio delle piastre di base

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

3.12.10 Travi a parete piena e reticolari

Travi chiodate

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

Travi saldate

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

Nervature dell'anima

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai $\frac{3}{4}$ dell'altezza dell'anima.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui.

Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

Travi reticolari

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là ove ne è necessario il contributo.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo. Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;

UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;

UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;

UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;

UNI EN ISO 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

3.13 Esecuzione coperture continue (piane)

3.13.1 Definizioni

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la **UNI 8178**).

3.13.2 Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

3.13.3 Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;
- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

3.13.4 Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;

- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3.13.5 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.
- 2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.
- 3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.
- 4) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.
- 5) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo:

a) le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

6) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

7) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

10) per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178** si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni progettuali e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

3.13.6 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- 2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- 3) la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove di controllo (anche solo localizzate di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto esecutivo.

Avrà cura di aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione ai fini dell'aggiornamento e integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

3.13.7 Lucernari

Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura realizzare con infisso esterno piano o inclinato per consentire l'illuminazione naturale e/o l'aerazione degli ambienti.

Possono essere:

- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:

- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

3.13.8 Lucernari continui

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste.

Protezioni dei fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi U.V.

I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere: meccanismo elettrico, manuali, a passo d'uomo, evacuazione di fumo e calore.

3.13.9 Lucernari a piramide

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

3.13.10 Lucernari continui a sesto ribassato

I Lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

3.13.11 Lucernari continui a vela

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

3.13.12 Lucernari a cupola

Lucernari monolitici termoformati, in Polimetilmetacrilato (PMMA) o Policarbonato compatto, con morfologia a "cupola", a base circolare - ampiezza della curva standard o secondo specifiche richieste.

3.13.13 Norme di riferimento

UNI 9494 - Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove;

UNI 10890 - Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione;

UNI 8090 - Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;

UNI EN ISO 10077-1 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.

3.14 Esecuzione coperture discontinue (a falda)

3.14.1 Generalità

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

3.14.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma **UNI 8178**).

a) la copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- 2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- 3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- 4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) la copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- 1) lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- 2) strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) l'elemento di supporto;
- 5) l'elemento di tenuta.

c) la copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- 2) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

d) la copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante;
- 2) lo strato di ventilazione;
- 3) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 4) l'elemento portante;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

e) la presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

3.14.3 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per l'elemento portante vale quanto riportato al punto 64.2.;
- 2) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
- 3) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
- 4) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- 5) per lo strato di ventilazione vale quanto indicato al punto 64.2. Inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.
- 6) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare a quanto prescritto nel punto 64.2;
- 7) per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

3.14.4 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, il direttore dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare dovranno essere verificati i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito.

Il direttore dei lavori dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti per l'integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

3.15 Opere di impermeabilizzazione

3.15.1 Definizioni

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

3.15.2 Categorie di impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

3.15.3 Realizzazione

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere l'art. 69.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo. "Prodotti per pavimentazione".

3.15.4 Impermeabilizzazione di opere interrato

Per l'impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

- a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno; inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
- b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella lettera a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
- c) per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;
- d) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori.

3.15.5 Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

3.15.6 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quella prescritta ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

- a conclusione dell'opera eseguire prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

3.16 Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

3.16.1 Definizioni

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

3.16.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

3.16.3 Pareti a cortina (facciate continue)

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

3.16.4 Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

3.16.5 Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla direzione dei lavori.

Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.

Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

3.16.6 Parete divisoria modulare

Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 db a frequenze di 500 Hz.

L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, etc.

Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte ed i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.

Distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.

La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione ed in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

Normativa di riferimento

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti: antinfortunistica, antincendio, insonorizzazione ed accesso disabili.

Norme antincendio

Si richiamano le seguenti norme:

C.M. 14 settembre 1961, n. 91 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile;

3.16.7 Strutture in vetrocemento

Generalità

Strutture sia orizzontali che verticali costituite da blocchi di vetro stampato (diffusori) compresi fra sottili nervature di calcestruzzo di cemento leggermente armate.

Coperture praticabili piane o inclinate

La struttura in vetro cemento per coperture praticabili piane o inclinate, dovrà essere costituita da diffusori in vetro pressato (del tipo semplice a tazza, a piastra o a camera d'aria) ricotto o temperato, annegati in nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a R_{ck} 35 N/mm² additivato, armate per un sovraccarico di almeno 400 kg/m², spessore della nervatura o intervetro da 5 cm, comprese le casseforme con relativi sostegni, la rifinitura della faccia vista superiore a perfetto piano con gli elementi in vetrocemento, la perfetta tenuta all'acqua, l'eventuale formazione di giunti e sportelli apribili (con telaio e controtelaio in ferro ancorato nelle nervature), l'eventuale gocciolatoio terminale.

Pareti interne o esterne verticali

La struttura in vetrocemento per pareti interne o esterne verticali, piane o curve, per divisori e parapetti, dovrà essere costituita da diffusori di vetro (del tipo semplice a tazza, a piastra) pressato ricotto o temprato, annegati con nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a R_{ck} 35 N/mm² additivato, adeguatamente armate per reggere una spinta di 150 kg/m², intervetro da 1 cm, con superfici perfettamente lisce e rasate sulle due facce.

3.17 Intonaci

3.17.1 Intonaco grezzo

L'intonaco grezzo dovrà essere costituito da uno strato di rinzafo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1,00 m³ di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m³ di calce spenta, 100 kg di cemento tipo "325" e 0,9 m³ di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo "325" per 1,00 m³ di sabbia.

3.17.2 Intonaco grezzo fratazzato

L'intonaco grezzo fratazzato dovrà essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito con malta di cui alla voce 68.1.

3.17.3 Intonaco civile

L'intonaco civile dovrà essere formato da tre strati di cui il primo di rinzafo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo con predisposte poste e guide ed un terzo di rifinitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico o alla pezza, per pareti, soffitti e volte, sia all'interno che all'esterno. L'intonaco potrà essere eseguito con maltadi cui alla voce 68.1.

3.17.4 Intonaco resistente alla fiamma

L'intonaco resistente alla fiamma dovrà essere a base di materiali isolanti (vermiculite, per lite) impastati con idonei leganti e correttivi. Dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 2 cm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme.

3.17.5 Paraspigoli

I paraspigoli dovranno essere applicati, prima della formazione degli intonaci, dei profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di m. 1,70 e dello spessore di mm 1.

3.18 Opere di vetratura e serramentistica

3.18.1 Definizioni

Si intendono per opere di vetratura quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

3.18.2 Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 e UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione ed alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

3.18.3 Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (anteffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

3.18.4 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intaliate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) a conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

3.19 Esecuzione delle pavimentazioni

3.19.1 Definizioni

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

3.19.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);

- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).
- A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:
- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
 - strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
 - strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
 - strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).
- b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:
- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
 - strato impermeabilizzante (o drenante);
 - lo strato ripartitore;
 - strati di compensazione e/o pendenza;
 - il rivestimento.
- A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni possono essere previsti altri strati complementari.

3.19.3 Realizzazione degli strati

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.
- 2) per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- 3) per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
- 4) per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.
- 5) per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo "Prodotti per pavimentazione". Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.
- 6) per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue.
- 7) per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane.
- 8) per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.
- 9) per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

3.19.4 Materiali

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, e di deformabilità, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle seguenti norme sulle costruzioni stradali, CNR b.u. n. 92, 141 e 146, **UNI CNR 10006**.
- 2) per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non tessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- 3) per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni

stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

4) per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

3.19.5 Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

b) a conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

4. CAPO 4 – ALTRI ONERI E GARANZIE DI PROCESSO

4.1 Altri oneri a carico dell'appaltatore

Sono oneri a carico dell'appaltatore:

- a- La verifica topografica delle quote e dei livelli nonché la verifica idraulica del processo proposto, nonché la verifica del dimensionamento idraulico di tubazioni, stramazzi e collegamenti tra le fasi. La verifica dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori entro 30 gg dalla consegna dei lavori.
- b- La verifica di processo sulla base dei calcoli di progetto. L'impresa dovrà verificare per ogni fase e sulla base dei dati di progetto, i volumi previsti e il sistema depurativo nel suo complesso, onde garantire le performance per ottenere i valori di scarico richiesti. Dichiarazione di avvenuta verifica dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori entro 30 gg dalla consegna lavori.
- c- Per ogni fase sono previsti i seguenti controlli di cantiere, che la Direzione Lavori dovrà certificare:
 - Grigliatura:
 - Installazione apparecchiature ed avviamento per almeno 24 ore, al termine di questo periodo la Direzione Lavori rilascerà dichiarazione di buona esecuzione dell'opera.
 - Denitrificazione:
 - Al disarmo della vasca dovranno essere eseguite le prove di tenuta dell'acqua con riempimento della vasca mediante acqua pulita (scairico depuratore). Dopo 24 ore verranno analizzati gli eventuali segnali trafilamento nei punti critici. Solo al termine della prova potrà essere eseguito il rinfianco della vasca con terra;
 - Installazione mixer: le apparecchiature dovranno essere posate e provate in acqua pulita per un periodo di almeno 24 ore.
 - Ispessimento:
 - Al disarmo della vasca dovranno essere eseguite le prove di tenuta dell'acqua con riempimento della vasca mediante acqua pulita (scairico depuratore). Dopo 24 ore verranno analizzati gli eventuali segnali trafilamento nei punti critici. Solo al termine della prova potrà essere eseguito il rinfianco della vasca con terra;
 - Installazione ponte raschiatore: le apparecchiature dovranno essere posate e provate in acqua pulita per un periodo di almeno 24 ore.
 - Ossidazione:
 - Prova delle pompe mixed-liquor;
 - Prova della strumentazione;
 - Linee di interconnessione:
 - Verifica della tenuta idraulica di ogni condotta secondo le modalità previste per ogni materiale;

d- È richiesta inoltre:

- verifica dei calcoli strutturali ed eventuale aggiornamento, predisposizione pratiche di deposito e/o autorizzazione sismica;
- presentazione alla DL degli elaborati di calcolo relativi ai manufatti prefabbricati preventivamente all'ordine;
- verifica delle pressioni di esercizio delle differenti tubazioni di processo e conseguente scelta di idonee tubazioni-pozzetti-camerette e relative giunzioni;

5. CAPO 5 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E SULLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE VARIE LAVORAZIONI PER OPERE IDRAULICHE

5.1 Tubazioni e raccordi (pezzi speciali).

Prescrizioni generali

Le tubazioni ed i raccordi (denominati anche pezzi speciali) da utilizzarsi nelle opere di cui al presente progetto saranno di fabbricazione normale, rispondente alle norme UNI vigenti e di prima scelta, dovranno uniformarsi in tutto ai tipi di progetto e rispondere alle prescrizioni indicate nel presente Capitolato e nell'elenco dei prezzi o negli elaborati di progetto ed a quelle, più dettagliate, che saranno stabilite, caso per caso, dalla Direzione Lavori, la quale non consentirà la messa in opera di alcun apparecchio che non sia stato precedentemente accettato e collaudato dall'Azienda.

Pertanto l'Impresa, subito dopo la consegna dei lavori e contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, dovrà comunicare all'Azienda il nominativo della ditta da lei prescelta per la fornitura dei materiali in parola.

Le tubazioni e i raccordi dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, senza bave e ripassate allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre, le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione.

Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina: i fori delle flange, dei coperchi e delle superfici di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano.

Sulla superficie esterna di ogni materiale (tubazioni o raccordi) dovranno risultare riportati la marca della casa fornitrice, il materiale, la data di fabbricazione, il diametro del passaggio ed il fluido trasportato.

Per le parti speciali stampate o fucinate, tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Le flange delle tubazioni o dei raccordi dovranno essere costruite e forate in relazione ai diversi diametri ed alle diverse pressioni, secondo le norme UNI, oppure secondo la DIMA internazionale, a seconda delle specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, in relazione alle esigenze di connessione con opere esistenti e di intercambiabilità con le scorte di magazzino.

Ogni raccordo dovrà essere idoneo ad essere montato e collegato alle tubazioni, secondo gli schemi standard correnti.

Tutti i materiali destinati a venire a contatto con acqua potabile dovranno essere conformi alle specifiche normative vigenti nel settore, ed in particolare a quanto previsto dalle seguenti normative:

- Circolare del Ministero della Sanità n.102 del 02/12/1978, e successive modifiche, integrazioni ed eventuali norme attuative.
- D.M. Sanità 21/03/1973 e successive modifiche;
- D.P.R. 23/08/1982 n. 777 e successivi aggiornamenti;
- D.M. 12/12/1985 e successivi aggiornamenti e norme attuative;
- Legge n. 319 del 10/05/1976 e successive modifiche ed aggiornamenti (in particolare D.Lgs. 11/05/1999 n. 152);
- Delibera del comitato del Ministero dei Lavori pubblici del 04/02/1977;
- D.P.R. n. 236 del 24/05/1988;

Tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale

Caratteristiche del materiale

Caratteristiche generali

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale per condotte in pressione convoglianti acqua saranno del tipo centrifugato e ricotto, di classe K=9 (spessore di parete) per i tubi e K=12 per i raccordi, in conformità con le Norme UNI EN 545 - 12/95, e successivi aggiornamenti e modificazioni.

I tubi ed i raccordi in ghisa sferoidale per fognature a gravità ed in pressione, saranno del tipo centrifugato e ricotto, in conformità con le Norme UNI EN 598, e successivi aggiornamenti e modificazioni.

Il materiale formante i tubi ed i raccordi sarà ghisa sferoidale, normalizzata secondo UNI ISO 1083 e successivi aggiornamenti e modificazioni.

I tubi potranno avere giunto elastico automatico, secondo la Norma UNI 9163 - 11/87, o giunto elastico meccanico, secondo la Norma UNI 9164 - 12/94, mentre i raccordi avranno giunto elastico meccanico (UNI 9164), o giunzione a flangia con foratura UNI PN 10, con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

Il giunto dovrà permettere le deviazioni angolari previste dalle schede tecniche fornite dal costruttore senza compromettere la tenuta.

I tubi in ghisa sferoidale per acqua potabile dovranno rispettare ogni eventuale prescrizione in materia di materiali a contatto con acque potabili e di tutela delle acque da inquinamento, come citato nelle norme generali del presente articolo.

La pressione di collaudo in stabilimento per tubi e raccordi per condotte idriche sarà di 50 bar per DN 60 ÷ 300 mm e di 40 bar per DN 350 ÷ 600 mm.

La lunghezza utile delle verghe di tubo non deve essere inferiore a 5,50 metri.

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura delle condotte in ghisa sferoidale.

Caratteristiche del rivestimento interno

I tubi per acqua avranno rivestimento interno in malta cementizia d'altoforno, conforme alla Norma UNI EN 545, applicata per centrifugazione, secondo la Norma UNI ISO 4179 - 9/87 e successivi aggiornamenti e modificazioni. I raccordi per acqua saranno verniciati internamente con vernici a base di bitume o di resina sintetica, compatibili con l'uso idropotabile.

I rivestimenti interni delle tubazioni per acqua, e dei raccordi, in ghisa sferoidale per acquedotti dovranno rispettare le vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo.

I tubi per fognature avranno rivestimento interno in malta di cemento alluminoso, conforme alla Norma UNI EN 598, applicata per centrifugazione, secondo la Norma UNI ISO 4179 - 9/87 e successivi aggiornamenti e modificazioni.

Caratteristiche del rivestimento esterno

I tubi per acqua avranno rivestimento esterno costituito da uno strato di zinco purissimo applicato per metallizzazione e vernice bituminosa, o sintetica, di colore nero, secondo la norma UNI ISO 8179 - 11/86 e successivi aggiornamenti e modificazioni. I raccordi per acqua saranno verniciati esternamente con vernici bituminose o sintetiche.

I tubi per fognature avranno rivestimento esterno costituito da uno strato di zinco purissimo applicato per metallizzazione e vernice bituminosa, o sintetica, di colore rosso, secondo la norma UNI ISO 8179 - 11/86 e successivi aggiornamenti e modificazioni.

La condotta dovrà essere protetta contro le corrosioni esterne da una pellicola protettiva in polietilene "manicotto in polietilene" a norma UNI-ISO 8180 - 11/86, e successivi aggiornamenti e modificazioni, applicato secondo le prescrizioni previste nei cataloghi dei produttori delle condotte.

La posa del "manicotto in polietilene" può essere evitata se il rivestimento esterno che costituisce la protezione galvanica sarà composto da uno strato di metallizzazione esterna con lega di zinco-alluminio di tipo bi-fasico (85% in massa di zinco e 15% di alluminio), applicato con una quantità minima di 400 g/mq, ed uno strato di finitura in vernice epossidica applicata per cataforesi con uno spessore minimo di 70 micron..

Controlli e prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione alla presenza di una rappresentanza della Direzione Lavori, composta da uno o più ispettori a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire, a proprie spese, le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario e sobbarcarsi le restanti spese necessarie alla esecuzione delle prove, comprese quelle di viaggio e di permanenza presso lo stabilimento per la durata delle prove della rappresentanza della Direzione Lavori.

Qualora la D.L. non invii in tempo utile la propria rappresentanza a presenziare alle operazioni di controllo e prova, l'Appaltatore dovrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni del presente Capitolato.

L'Azienda avrà facoltà di far effettuare da una propria rappresentanza i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione precisando già da questo momento che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

I controlli e le prove richiesti per l'accettazione dei tubi e dei raccordi, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, sono dettati dalle citate norme UNI EN 545 per condotte idriche e UNI EN 598 per fognature.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte della Azienda, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, secondo i criteri stabiliti dalla normativa di riferimento, e salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

I tubi verranno suddivisi in partite in eguale diametro e spessore, fabbricati in successione, nella quantità da concordarsi fra Direzione Lavori ed Impresa.

I raccordi verranno suddivisi in partite del peso complessivo pure da concordare, composte possibilmente da elementi colati in successione e che abbiano ricevuto eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, da cui verranno estratte le provette per le prove meccaniche.

I saggi saranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute.

I saggi che accompagneranno le partite di tubi dovranno essere prelevati dalle testate lisce dei tubi stessi; quelli che accompagneranno le partite dei raccordi dovranno essere colati a parte con la stessa ghisa ed aver ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dall'Azienda come se avessero la lunghezza normale.

Controllo dei difetti superficiali

I tubi e raccordi devono essere esenti da difetti ed imperfezioni superficiali che potrebbero comportare la non rispondenza alle prescrizioni tecniche dettate dalla UNI 545.

Quando necessario, i tubi ed i raccordi possono essere riparati, ad esempio mediante saldatura, allo scopo di eliminare imperfezioni superficiali e difetti localizzati che non interessino l'intero spessore di parete, a condizione che le riparazioni siano effettuate secondo un procedimento scritto, incluso nel sistema di garanzia della qualità del fabbricante, e che i pezzi riparati rispondano ai requisiti della UNI 545.

I tubi e i raccordi che comunque presentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio della Direzione Lavori, di notevole importanza ai fini dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Prova delle dimensioni e della rettilineità dei tubi

Saranno verificati, secondo la norma UNI EN 545, lo spessore di parete, il diametro esterno, il diametro interno, la lunghezza dei tubi e la loro rettilineità.

Prova di trazione

Per il prelevamento e la preparazione delle provette valgono le prescrizioni della Norma UNI EN 18 - 12/80; le modalità di esecuzione della prova, le condizioni, nonché la determinazione delle caratteristiche meccaniche, simboli e definizioni dovranno essere conformi alle Norme UNI EN 545 e UNI EN 10002/1 - 01/92.

Su esplicita richiesta e previo accordo con la ditta produttrice potrà essere misurato anche il limite elastico allo 0,20%: il valore corrispondente non dovrà risultare inferiore a 30 kg/mm².

Prova di durezza

Le modalità saranno quelle dettate dalle Norme UNI EN 545 e ISO 6506 - 81 in una delle seguenti condizioni:

- sfera di acciaio di 10 mm di diametro sotto un carico di 3.000 kg. per la durata di 15 secondi;
- sfera in acciaio di 5 mm di diametro sotto un carico di 750 kg. per la durata di 10 secondi.

La durezza non dovrà mai superare il valore 230 HB per i tubi e 250 HB per i raccordi.

Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta per i tubi ed i giunti dovrà essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 545.

Per i tubi tale prova va svolta durante il ciclo di produzione, prima dell'applicazione dei rivestimenti esterni ed interni, mediante prova di pressione interna sul 10% del numero di elementi costituenti le singole partite, con acqua ed alle pressioni prescritte.

Prova del rivestimento esterno

Il rivestimento esterno va verificato secondo la norma UNI EN 545 ed i risultati dovranno soddisfare i requisiti dettati dalla norma UNI ISO 8179.

Prova del rivestimento interno

Il rivestimento interno va verificato a prova di compressione e verifica dello spessore secondo la norma UNI EN 545, nonché verificato secondo le disposizioni della norma UNI ISO 6600 i cui risultati dovranno soddisfare le condizioni della UNI ISO 4179.

Controllo dei pesi

Il controllo dei pesi sarà eseguito, di norma, sui raccordi prima del loro rivestimento, salvo particolari accordi tra le parti qualora il processo di fabbricazione non lo consenta.

Effetto dei risultati ottenuti

Qualora i risultati delle prove e controlli di cui al precedente paragrafo B.2) dessero esito sfavorevole e/o oltre i limiti delle tolleranze ammesse dalle normative citate i materiali verranno rifiutati e quindi allontanati subito dal cantiere e sostituiti con altri idonei.

Tubazioni e raccordi in PVC rigido non plastificato

Caratteristiche del materiale

Le tubazioni ed i raccordi in PVC rigido non plastificato per acqua potabile devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme IIP - UNI EN 1452-1, IIP - UNI EN 1452-2 per le tubazioni, IIP - UNI EN 1452-3 per i raccordi, IIP - UNI EN 1452-4 per le valvole e attrezzature ausiliarie, IIP - UNI EN 1452-5 per idoneità all'impiego.

Le tubazioni ed i raccordi in PVC rigido non plastificato per fognature non in pressione devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme IIP - UNI EN 1401, alle norme IIP - UNI EN 1452 per quelle a pressione.

Per l'acquedotto, saranno impiegati tubi e raccordi IIP - UNI EN 1452, con spessori minimi corrispondenti alla pressione di esercizio PN = 16 bar.

Per le fognature a gravità saranno impiegati tubi del tipo IIP - UNI EN 1401 tipo SN4, mentre per quelle a pressione saranno impiegati tubi del tipo IIP - UNI EN 1452 per la corrispondente pressione di esercizio PN = 16 bar.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle citate Norme UNI - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni, da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

La condotta sarà collegata con il tipo di giunto a banchiere e a manicotto con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche, per le quali si fa riferimento al successivo Art.V.1.F.

Le tubazioni, ed i raccordi, in PVC rigido non plastificato per acquedotti dovranno rispettare le vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo.

La lunghezza utile dei tubi non deve essere inferiore a 5,50 metri.

Le tubazioni in PVC dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura delle condotte in PVC.

Controlli e prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione alla presenza di una rappresentanza della Direzione Lavori, composta da uno o più ispettori a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire, a proprie spese, e macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario e sobbarcarsi le restanti spese necessarie alla esecuzione delle prove, comprese quelle di viaggio e di permanenza presso lo stabilimento per la durata delle prove della rappresentanza della Direzione Lavori.

Qualora la D.L. non invii in tempo utile la propria rappresentanza a presenziare alle operazioni di controllo e prova, l'Appaltatore dovrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni del presente Capitolato.

L'Azienda avrà facoltà di far effettuare da una propria rappresentanza i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione precisando già da questo momento che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

I controlli e le prove richiesti per l'accettazione dei tubi e dei raccordi, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, sono dettati dalle citate norme UNI EN 1425 e UNI EN 1401.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte della Azienda, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, secondo i criteri stabiliti dalla normativa di riferimento, e salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

I tubi verranno suddivisi in partite in eguale diametro e spessore, fabbricati in successione, nella quantità da concordarsi fra Direzione Lavori ed Impresa.

I raccordi verranno suddivisi in partite del peso complessivo pure da concordare, composte possibilmente da elementi colati in successione e che abbiano ricevuto eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, da cui verranno estratte le provette per le prove meccaniche.

I saggi saranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute.

I saggi che accompagneranno le partite di tubi dovranno essere prelevati dalle testate lisce dei tubi stessi; quelli che accompagneranno le partite dei raccordi dovranno essere colati a parte con lo stesso materiale ed aver ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dall'Azienda come se avessero la lunghezza normale.

Esame dell'aspetto (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Verifica delle dimensioni (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di tenuta idraulica dei giunti alla pressione interna (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di tenuta dei giunti alla depressione interna (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di assorbimento d'acqua (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova delle tensioni interne (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di resistenza alla pressione interna (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di temperatura di rammollimento (grado Vicat) (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di resistenza all'acetone (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di resistenza all'urto (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova del residuo ceneri (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova del comportamento a caldo (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Prova di resistenza a schiacciamento (conforme alle norme succitate, ove previsto)

Effetto dei risultati ottenuti

Qualora i risultati delle prove e controlli di cui al precedente paragrafo C.2) dessero esito sfavorevole e/o oltre i limiti delle tolleranze ammesse dalle normative citate i materiali verranno rifiutati e quindi allontanati subito dal cantiere e sostituiti con altri idonei.

Tubazioni in acciaio rivestito

Caratteristiche del materiale

Caratteristiche generali

I tubi di acciaio saranno impiegati nelle reti di distribuzione di acqua potabile e gas, nelle adduttrici idriche e nei feeders gas.

I tubi di acciaio per acquedotti avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle Norme UNI 6363 - 6/84 (FA 199 - 86), e successivi aggiornamenti e modificazioni, e alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2136 del 05/05/1966.

I tubi di acciaio per gasdotti avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle Norme UNI EN 10208-1 e successivi aggiornamenti e modificazioni, e al D.M. 24/11/1984.

I tubi di acciaio per gasdotti in M.P. saranno del tipo senza saldatura (SS), mentre quelli per acquedotti, gasdotti in B.P. e M.P.R. saranno del tipo saldato.

L'acciaio costituente le tubazioni dovrà essere del tipo:

tubi acqua: per diametri fino a 219,1 mm: Fe 360 (UNI 6363);

per diametri da 273 mm ed oltre: Fe 410 (UNI 6363);

tubi gas: saldati per accostamento Fretz-Moon (FM): Fe 360 (UNI EN 10208-1);

saldati per resistenza elettrica (ERW): Fe 410 (UNI EN 10208-1).

Le estremità dei tubi per gasdotti saranno predisposte per saldatura di testa, mentre negli acquedotti potranno avere giunto a bicchiere sferico a saldare, secondo disposizioni della Direzione Lavori.

La lunghezza dei tubi sarà compresa fra 8 e 13,5 m, non saranno ammesse lunghezze inferiori. La lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Gli spessori minimi di parete per le condotte per reti gas e acqua sono i seguenti, distinti per diametro esterno:

ϕe (mm.)	s (mm.) tubi saldati	s (mm.) tubi SS
48,3	2,6	3,2
60,3	2,9	3,6
76,1	2,9	3,6
88,9	2,9	4,0
114,3	3,2	4,5
139,7	3,6	4,8
168,3	4	4,8
219,1	5	5,6
273	5,6	6,3
323,9	5,9	7,1
355,6	6,3	7,1
406,4	6,3	8
457	6,3	8
508	6,3	8,8
Diametri superiori	in base alle prescrizioni dell'elenco prezzi o degli elaborati progettuali	

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti in opera saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti. Nel caso di estremità filettate le stesse dovranno essere adeguatamente protette con cuffie in materiale plastico.

Le tubazioni in acciaio dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura delle condotte in acciaio.

Caratteristiche del rivestimento interno

I tubi destinati al gas saranno grezzi internamente, mentre quelli per acquedotti presenteranno rivestimento interno in malta cementizia per acqua potabile in conformità con le norme DIN 2614/90, in resine epossidiche di spessore standard pari a 250 μ (micron) applicato con le modalità di seguito esposte e conforme alle vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo.

Il ciclo di applicazione del rivestimento in resina epossidica è il seguente:

- asciugatura ad aria calda, quando necessario;
- sabbiatura con granigliatura al grado 2,5 S.A. delle Norme SIS 055990 con una rugosità massima pari alla classe n. 9 della Norma ISO 2632/2;
- soffiatura interna mediante getto d'aria pulita ed asciutta;
- verniciatura delle superfici con spruzzo della resina in airless con il tubo posto in rotazione;
- centrifugazione;
- postriscaldamento, quando necessario.

Le prove ed i controlli dovranno rispettare i requisiti richiesti dalle norme SIS 055990, ISO 2632/2, e SNAM GASD C9.11.01.

Per i tubi con giunto a bicchiere dovrà essere assicurata la continuità del rivestimento interno anche in corrispondenza dei giunti.

In casi particolari, ove vi siano giunzioni filettate o flangiate senza saldatura e secondo la discrezione della D.L., potranno essere accettati tubi in acciaio con rivestimento interno realizzato mediante uno strato di zincatura applicato a caldo per immersione, secondo la norma UNI 5744 - 66 (norma ritirata senza sostituzione) e successivi aggiornamenti e modificazioni. La massa dello strato di zincatura non deve essere inferiore a 500 g/mq..

Caratteristiche del rivestimento esterno

I tubi destinati al gas avranno rivestimento esterno di tipo in polietilene, secondo la norma UNI 9099 o DIN 30670-N-n, applicato ad estrusione a triplo strato (mano di fondo, adesivo e strato di polietilene), spessore rinforzato, riportante la marcatura, per gas ad esempio, "Tubo UNI EN 10208-1 – rivestimento R3R". Le diciture potranno variare secondo la norma applicata, in osservazione della stessa.

Nel caso di cavallotti di tubi per acqua è inoltre prescritta la coibentazione esterna del tubo che sarà realizzata in lana di roccia di densità pari a 35 kg/mc e dello spessore di cm 5 (o in schiuma poliuretanica di equivalente potere isolante) e con lamierino di chiusura in alluminio, spessore 8/10 mm.

Controlli e prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione alla presenza di una rappresentanza della Direzione Lavori, composta da uno o più ispettori a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire, a proprie spese, le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario e sobbarcarsi le restanti spese necessarie alla esecuzione delle prove, comprese quelle di viaggio e di permanenza presso lo stabilimento per la durata delle prove della rappresentanza della Direzione Lavori.

Qualora la D.L. non invii in tempo utile la propria rappresentanza a presenziare alle operazioni di controllo e prova, l'Appaltatore dovrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni del presente Capitolato.

L'Azienda avrà facoltà di far effettuare da una propria rappresentanza i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione precisando già da questo momento che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

I controlli e le prove richiesti per l'accettazione dei tubi e dei raccordi, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, sono dettati dalle citate norme UNI 6363 e UNI EN 10208-1 e relativi riferimenti.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte della Azienda, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, secondo i criteri stabiliti dalla normativa di riferimento, e salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

I tubi verranno suddivisi in partite in eguale diametro e spessore, fabbricati in successione, nella quantità da concordarsi fra Direzione Lavori ed Impresa.

I raccordi verranno suddivisi in partite del peso complessivo pure da concordare, composte possibilmente da elementi colati in successione e che abbiano ricevuto eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, da cui verranno estratte le provette per le prove meccaniche.

I saggi saranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute.

I saggi che accompagneranno le partite di tubi dovranno essere prelevati dalle testate dei tubi stessi; quelli che accompagneranno le partite dei raccordi dovranno essere lavorati a parte con lo stesso materiale ed aver ricevuto, eventualmente, lo stesso trattamento termico.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dall'Azienda come se avessero la lunghezza normale.

Esame visivo (conforme a UNI 6363 per acqua, e UNI EN 10208-1 per gas)

Controllo dimensionale (conforme a UNI 6363 acqua, e UNI EN 10208-1 gas)

Prova idrostatica di tenuta (conforme a UNI 6363 per acqua, e UNI EN 10208-1 per gas)

Controllo della composizione chimica (conforme a UNI 6363 per acqua, e UNI EN 10208-1 per gas)

Prove delle caratteristiche meccaniche (conforme a UNI 6363 per acqua, UNI EN 10208-1 per gas, e UNI 5465-79 per acqua e gas in riferimento al rivestimento esterno in materiale bituminoso)

Controlli non distruttivi della saldatura (conforme a UNI 6363 per acqua, e UNI EN 10208-1 per gas)

Controllo del rivestimento interno (solo per acqua: conforme ai requisiti riportati nel precedente paragrafo **D.1.2**) del presente Capitolato)

Controllo del rivestimento esterno (conforme a UNI ISO 5256 per acqua e gas)

Effetto dei risultati ottenuti

Qualora i risultati delle prove e controlli di cui al precedente paragrafo **D.2**) dessero esito sfavorevole e/o oltre i limiti delle tolleranze ammesse dalle normative citate materiali verranno rifiutati e quindi allontanati subito dal cantiere e sostituiti con altri idonei.

Tubazioni in calcestruzzo di cemento per fognature

Caratteristiche del materiale

I tubi in calcestruzzo di cemento per condutture di fognatura saranno del tipo prefabbricato in cemento turbobibrocompresso conformi alle norme DIN 4032 (armatura semplice), DIN 4035 (doppia armatura), UNI 8520/2, UNI 8981, DM 12/12/1985 e circolare del Ministero dei LL.PP. n. 27291 del 2/3/1986.

Le tubazioni avranno forma circolare, ovoidale, o scatolare, secondo gli schemi progettuali, esenti da fori passanti e saranno del tipo ad alta resistenza ai solfati, verniciatura interna in resina epossidica, spessore 600 µm.

I giunti delle tubazioni saranno del tipo a bicchiere, con anello di tenuta le cui caratteristiche sono descritte al successivo Art. F.1.

La lunghezza utile dei tubi non deve essere inferiore a 2,00 metri.

Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 della delibera del comitato del Ministero dei Lavori pubblici del 04/02/1977 "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui alla Legge n. 319 del 10/05/1976, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Le tubazioni in calcestruzzo di cemento dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura dei tubi in calcestruzzo di cemento.

Controlli e prove per l'accettazione dei tubi

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione alla presenza di una rappresentanza della Direzione Lavori, composta da uno o più ispettori a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire, a proprie spese, le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario e sobbarcarsi le restanti spese necessarie alla esecuzione delle prove, comprese quelle di viaggio e di permanenza presso lo stabilimento per la durata delle prove della rappresentanza della Direzione Lavori.

Qualora la D.L. non invii in tempo utile la propria rappresentanza a presenziare alle operazioni di controllo e prova, l'Appaltatore dovrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni del presente Capitolato.

L'Azienda avrà facoltà di far effettuare da una propria rappresentanza i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione precisando già da questo momento che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

I controlli e le prove richiesti per l'accettazione dei tubi, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, sono dettati dalle norme citate nel precedente paragrafo.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte della Azienda, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, secondo i criteri stabiliti dalla normativa di riferimento, e salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

I tubi verranno suddivisi in partite in eguale diametro e tipo, fabbricati in successione, nella quantità da concordarsi fra Direzione Lavori ed Impresa.

Le modalità di prelievo dei saggi saranno dettate dalle normative vigenti ed in accordo con la Direzione Lavori.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, prelevati in fase di produzione, su cui si effettueranno le prove meccaniche.

Dalle partite di materiali verranno prelevati un numero di saggi adeguato per l'effettuazione delle prove meccaniche ed idrauliche previste.

I saggi verranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute.

Controllo dimensionale dei giunti

Le tolleranze dimensionali dei giunti devono rispettare i valori previsti dalla normativa europea di riferimento pr EN N510F.

Effetto dei risultati ottenuti

Qualora i risultati delle prove e controlli di cui al precedente paragrafo F.2) dessero esito sfavorevole e/o oltre i limiti delle tolleranze ammesse dalle normative citate i materiali verranno rifiutati e quindi allontanati subito dal cantiere e sostituiti con altri idonei.

Guarnizioni di tenuta per tubazioni

Caratteristiche del materiale

Le guarnizioni di tenuta per condotte di acquedotto dovranno essere conformi alla norma ISO 4633 e successivi aggiornamenti e modificazioni, essere di classe 2 in relazione alla durezza nominale IRHD ed avere forma e dimensione dettata dalla casa produttrice dei tubi e/o raccordi ai quali le guarnizioni stesse sono destinate.

Le guarnizioni di tenuta per condotte di fognatura dovranno essere conformi alle norme ISO 4633, DIN 4060, prEN 681.1, e successivi aggiornamenti e modificazioni, con durezza di 40 \pm 5 IRHD ed avere forma e dimensione dettata dalla casa produttrice dei tubi e/o raccordi ai quali le guarnizioni stesse sono destinate.

I materiali che compongono guarnizioni di tenuta, per condotte acquedottistiche, ed i lubrificanti usati per le congiunzioni dovranno rispettare le vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo.

Le guarnizioni dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura delle guarnizioni.

Controlli e prove per l'accettazione del materiale

I controlli e le prove per l'accettazione dei tubi e dei raccordi dovranno, di norma, essere eseguiti in fase di produzione alla presenza di una rappresentanza della Direzione Lavori, composta da uno o più ispettori a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire, a proprie spese, le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario e sobbarcarsi le restanti spese necessarie alla esecuzione delle prove, comprese quelle di viaggio e di permanenza presso lo stabilimento per la durata delle prove della rappresentanza della Direzione Lavori.

Qualora la D.L. non invii in tempo utile la propria rappresentanza a presenziare alle operazioni di controllo e prova, l'Appaltatore dovrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni del presente Capitolato.

L'Azienda avrà facoltà di far effettuare da una propria rappresentanza i controlli e le prove di cui sopra anche in periodo successivo a quello di fabbricazione precisando già da questo momento che intende avvalersi di tale facoltà. In tal caso l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

I controlli e le prove richiesti per l'accettazione delle guarnizioni ad anello, nonché le modalità della loro esecuzione e gli effetti dei loro risultati ai fini dell'accettazione stessa, sono dettati dalla citata norma ISO 4633, ove siano compatibili con la forma particolare della sezione. Altrimenti saranno presi preventivi accordi tra le parti circa le modalità di esecuzione delle prove suddette, sulla base di altre norme unificate più rispondenti al caso specifico.

Formazione delle partite

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte della Azienda, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nella fornitura.

Le guarnizioni verranno suddivise in partite in eguale diametro, fabbricati in successione, nella quantità da concordarsi fra Direzione Lavori ed Impresa.

Le partite di materiali prodotti saranno accompagnate da più saggi, da cui verranno estratte le provette per le prove meccaniche.

I saggi saranno prelevati in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute.

Controlli ed esami a vista

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali ritenuti a giudizio del rappresentante dell'Azienda, addetto al controllo, non idonei ai fini del loro impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Effetto dei risultati ottenuti

Qualora i risultati delle prove e controlli di cui al precedente paragrafo F.2) dessero esito sfavorevole e/o oltre i limiti delle tolleranze ammesse dalle normative citate i materiali verranno rifiutati e quindi allontanati subito dal cantiere e sostituiti con altri idonei.

Tubazioni in polietilene (PEAD)

Tubazioni e raccorderia PE AD 80 – UNI 7611/7615

Tubi in PE AD denominato PE 80 (Sigma 63), atossici ed idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare rispondenti alle vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo, realizzati in conformità alla UNI 7611 +FA1 ed UNI 7615 (Metodi di Prova) Tipo 312 con materia prima al 100% vergine con minimo n. 4 bande coestruse di colore azzurro.

La materia prima utilizzata dovrà ESCLUSIVAMENTE essere di 3° generazione e di tipo bimodale con MRS \geq ad 8 Mpa.

La materia prima utilizzata dovrà essere dotata di documentazione attestante lo specifico prodotto utilizzato, il valore minimo dell'MRS che non potrà essere inferiore a 8 Mpa, i valori dell'OIT (Oxidation Induction Time), l'RCP (Rapid Crack Propagation), la SCG (Slow Crack Growth) conformi al prEN 12201 ed abilitati per l'RCP a PN = 20 Bar per $\varnothing \leq 225$ mm e PN = 10 Bar per $\varnothing > 225$ mm.

La ditta fornitrice dovrà essere in possesso del Marchio di Prodotto rilasciato da un Ente o istituto terzo dipendente (IIP – B.V.) attestante la conformità delle tubazioni alla UNI 7611 + FA1 e relativi metodi di prova nonché l'ottemperanza delle UNI EN ISO 9002 accertate e certificate da istituto accreditato SINCERT.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di prelevare campioni delle tubazioni inviate in cantiere (sino a n. 3 campioni per \varnothing e per lotto) e fare eseguire le prove di collaudo in conformità alle UNI 7611 + FA1/7615 compreso L'OIT e riconoscimento materiali, nonché le prove idrostatiche come più specificatamente sotto indicato.

- a) In caso di esito negativo, le spese relative nonché quelle inerenti la sostituzione del materiale eventualmente ancora a piè d'opera saranno a carico della ditta fornitrice.
- b) L'esito negativo delle prove di collaudo di cantiere invalideranno l'accettazione dell'intera fornitura anche già posata in opera con evidente avvio delle procedure per la richiesta dei danni.

La ditta fornitrice dovrà presentare unitamente alla fornitura e per ciascun lotto, i certificati di collaudo delle tubazioni attestanti l'avvenuto collaudo interno e più precisamente:

- Valore del Meltindex per lotto in accettazione della materia prima.
- Valore del Meltindex per lotto dei tubi prodotti compreso tra $\pm 20\%$ di quanto dichiarato dal produttore di compound, secondo ISO 1133/4440-1.
- Valore del contenuto di materiali volatili per lotto in accettazione delle materie prime (≤ 350 mg/Kg secondo EN 12099).
- Valore del contenuto di materiali volatili in tramoggia.
- Dichiarazione e verifica della dispersione del nerofumo in grado uniforme ($0,010 \div 0,025$ mm) comunque rientranti nelle classi A1, A2, A3, B1 secondo UNI 9555.
- Tempo di induzione all'ossidazione (OIT) > 20 min a 210° C secondo EN 728 per ciascun lotto di tubazioni di materia prima utilizzata oppure > 45 min a 200° C sempre secondo EN 728.
- Prove di resistenza idrostatica a 20° C per $t \geq a \sigma 150$ Mpa
- Prove di resistenza idrostatica da 80° per $t \geq 165$ h a $\sigma 4,6$ Mpa
- La Direzione Lavori si riserva di chiedere, in deroga alla UNI 7611 + FA1/7615, le prove di resistenza idrostatica a 20° con $t \geq 100$ h a $\sigma 10$ MPa, nonché la prova ad 80° con $t \geq 1000$ h a $\sigma 4$ Mpa a carico del fornitore.

I tubi dovranno riportare una marcatura conforme alle UNI 7611+FA1 e quindi riportare:

- 1) Nome del fabbricante
- 2) Numero distintivo dell'azienda licenziataria
- 3) Logo UNI di competenza
- 4) Diametro esterno
- 5) Pressione massima di esercizio (PN)
- 6) Data di produzione
- 7) Codice Materia Prima utilizzata
- 8) N° della trafilatura
- 9) Identificativo del lotto

Fornitori di Materie Prime certamente in possesso delle tecnologie di produzione per PE di 3° Generazione di tipo Bimodale.

- | | | |
|------------|--------------|-------------|
| - BASE | (BASF-SHELL) | PE80-PE100 |
| - BOREALIS | | PE80-PE100 |
| - DSM | (HULS) | PE80-PE100 |
| - SOLVAY | | PE80-PE100 |
| - ATOFINA | | solo -PE100 |

Tubazioni e raccorderia PE 100 – prEN 12201-2

Tubi in PE denominato PE100 (Sigma 80), atossici ed idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare rispondenti alle vigenti norme relative ai materiali a contatto con acqua potabile, come citato nelle norme generali del presente articolo, realizzati in conformità al prEN 12201-2 con materia prima al 100% vergine con un minimo di bande coestruse di colore blu cupo.

La materia prima utilizzata dovrà ESCLUSIVAMENTE essere di 3° generazione e di tipo bimodale con MRS \geq ad 10 Mpa.

La materia prima utilizzata dovrà essere dotata di documentazione attestante lo specifico prodotto utilizzato, il valore minimo dell'MRS che non potrà essere inferiore a 10 Mpa, i valori dell'OIT (Oxidation Induction Time), l'RCP (Rapid Crack Propagation), la SCG (Slow Crack Growth) conformi al prEN 12201 ed abilitati per l'RCP a PN = 25 Bar per $\varnothing \leq 225$ mm e PN = 25 Bar per $\varnothing > 225$ mm.

La ditta fornitrice dovrà essere in possesso del Marchio di Prodotto rilasciato da un Ente o istituto terzo dipendente (IIP – B.V.) attestante la conformità delle tubazioni al prEN 12201-2 (es. Marchio PIIP) nonché l'ottemperanza delle UNI EN ISO 9002 accertate e certificate da istituto accreditato SINCERT.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di prelevare campioni delle tubazioni inviate in cantiere (sino a n. 3 campioni per \varnothing e per lotto) e fare eseguire le prove di collaudo in conformità al prEN 12201-1 compresa la verifica dell'OIT ed il riconoscimento materiali.

- a) In caso di esito negativo, le spese relative nonché quelle inerenti la sostituzione del materiale eventualmente ancora a piè d'opera saranno a carico della ditta fornitrice.
- b) L'esito negativo delle prove di collaudo di cantiere infirmeranno l'accettazione dell'intera fornitura anche già posata in opera con evidente avvio delle procedure per la richiesta dei danni.

La ditta fornitrice dovrà presentare unitamente alla fornitura e per ciascun lotto, i certificati di collaudo delle tubazioni attestanti l'avvenuto collaudo interno e più precisamente:

- Valore del Meltindex per lotto in accettazione della materia prima che deve rientrare nel $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore del compound secondo ISO 1133/4440-1.

- Valore del Meltindex per lotto dei tubi prodotti a 5 Kg con valori compresi tra 0,2÷1Kg/10 min con differenza massima compresa tra $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore di compound, secondo ISO 1133/4440-1.
 - Valore del contenuto di materiali volatili per lotto in accettazione delle materie prime (≤ 350 mg/Kg secondo EN 12099).
 - Valore del contenuto di materiali volatili in tramoggia.
 - Dichiarazione e verifica della dispersione del nerofumo in grado uniforme e comunque rientranti nelle classi A1, A2, A3, B1 secondo UNI 9555 (0,010÷0,025 mm come dimensione media delle particelle)
 - Prova di allungamento a rottura (trazione) per lotto con valore $> 350\%$ secondo ISO 6259.
 - Tempo di induzione all'ossidazione (OIT) > 20 min a 210° C secondo EN 728 per ciascun lotto di tubazioni di materia prima utilizzata oppure > 45 min a 200° C sempre secondo EN 728.
 - Prove di resistenza idrostatica a 80° C per $t \geq \sigma$ 165h a 5,5 Mpa secondo EN 921.
 - La Direzione Lavori si riserva di chiedere, le prove di resistenza idrostatica a 20° con $t \geq 100$ h a 12,4 MPa, nonché le prove ad 80° con $t \geq 1000$ h a 5 Mpa a carico del fornitore e specifica di lotto.
 - Dichiarazione di conformità secondo UNI – CEI – EN 45014.
- I tubi dovranno riportare una marcatura conforme al prEN 12201-2 e quindi riportare:
- a) Nome del fabbricante
 - b) Numero distintivo dell'azienda licenziataria
 - c) Norma o progetto di riferimento
 - d) Dimensioni (diametro e spessore parete)
 - e) Serie SDR di competenza
 - f) Materiali utilizzati e relative designazioni (PE 100)
 - g) Codice identificativo della Materia Prima
 - h) Classe di pressione in Bar
 - i) N° della trafilatura
 - j) Identificativo del lotto
 - k) Data di produzione

Tubazioni e raccorderia PE GAS – UNI ISO 4437

Tubi in PE AD, realizzati in conformità all'UNI – ISO 4437 ottemperanti le disposizioni tecniche del D.M. 16/11/99 – GURI del 23/11/99 prodotti con materia prima al 100% vergine con minimo n. 4 bande coestruse di colore giallo.

La materia prima utilizzata dovrà ESCLUSIVAMENTE essere di 3° generazione e di tipo bimodale con MRS > 8 ad 8 MP (per PE80 Sigma &£) od anche MRS > 10 Mpa (per PE 100 Sigma 80).

La materia prima utilizzata dovrà essere dotata di documentazione attestante lo specifico prodotto utilizzato nonché:

- 1) Valore minimo dell'MRS non inferiore a 8 Mpa per PE80 Sigma 63.
- 2) Valore minimo dell'MRS non inferiore a 10 Mpa per PE100 Sigma 80.
- 3) Valori dell'OIT (Oxidation Induction Time), l'RCP (Rapid Crack Propagation), la SCG (Slow Crack Growth) conformi al D.M.
- 4) Requisito minimo dell'RCP conforme e certificato al prEN 1555-1 e comunque con un MOP superiore a 5 Bar.

La ditta fornitrice dovrà essere in possesso del Marchio di Prodotto rilasciato da un Ente o istituto terzo indipendente attestante la conformità delle tubazioni alla UNI ISO 4437 – DM 11/99 nonché l'ottemperanza delle UNI EN ISO 9002 accertate e certificate da istituto accreditato SINCERT.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di prelevare campioni delle tubazioni inviate in cantiere (sino a n. 3 campioni per \varnothing e per lotto) e fare eseguire le prove di collaudo in conformità alle UNI ISO 4437 – DM 11-99 compresa la verifica dell'OIT ed il riconoscimento materiali.

- a) In caso di esito negativo, le spese relative nonché quelle inerenti la sostituzione del materiale eventualmente ancora a piè d'opera saranno a carico della ditta fornitrice.
- b) L'esito negativo delle prove di collaudo di cantiere infirmeranno l'accettazione dell'intera fornitura anche già posata in opera con evidente avvio delle procedure per la richiesta dei danni.

La ditta fornitrice dovrà presentare unitamente alla fornitura e per ciascun lotto, i certificati di collaudo delle tubazioni attestanti l'avvenuto collaudo interno e più precisamente:

Per PE 80 Sigma 63

- Valore del Meltindex per lotto in accettazione della materia prima.
- Valore del Meltindex per lotto dei tubi prodotti compreso tra $\pm 20\%$ di quanto riscontrato al punto precedente secondo ISO 1133/4440-1.
- Valore del contenuto di materiali volatili per lotto in accettazione delle materie prime (≤ 350 mg/Kg secondo EN 12099).
- Valore del contenuto di materiali volatili in tramoggia.
- Dichiarazione e verifica della dispersione del nerofumo in grado uniforme (0,010÷0,025 mm) comunque rientranti nelle classi A1, A2, A3, B1 secondo UNI 9555.
- Tempo di induzione all'ossidazione (OIT) > 20 min a 210° C secondo EN 728 per ciascun lotto di tubazioni di materia prima utilizzata oppure > 45 min a 200° C sempre secondo EN 728.
- Prova di allungamento rottura (trazione) per lotto con valore $> 350\%$ secondo ISO 6259.
- Prove di resistenza idrostatica da 80° per $t \geq 165$ h a σ 4,6 Mpa
- La Direzione Lavori si riserva di chiedere in deroga alla UNI ISO 4437 – DM 11/99, le prove di resistenza idrostatica a 20° con $t \geq 100$ h a σ 10 Mpa, nonché la prova ad 80° con $t \geq 1000$ h a σ 4 Mpa a carico del fornitore.

Per PE 100 Sigma 80

- Valore del Meltindex per lotto in accettazione della materia prima che deve rientrare nel $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore del compound secondo ISO 1133/4440-1.
- Valore del Meltindex per lotto dei tubi prodotti a 5 Kg con valori compresi tra 0,2÷1Kg/10 min con differenza massima compresa tra $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore del compound, secondo ISO 1133/4440-1.
- Valore del contenuto di materiali volatili per lotto in accettazione delle materie prime (≤ 350 mg/Kg secondo EN 12099).
- Valore del contenuto di materiali volatili in tramoggia.
- Dichiarazione e verifica della dispersione del nerofumo in grado uniforme e comunque rientranti nelle classi A1, A2, A3, B1 secondo UNI 9555 (0,010÷0,025 mm come dimensione media delle particelle).

- Prova di allungamento rottura (trazione) per lotto con valore > 350% secondo ISO 6259.
 - Tempo di induzione all'ossidazione (OIT) > 20 min a 210° C secondo EN 728 per ciascun lotto di tubazioni che di materia prima utilizzata, oppure > 45 min a 200° C sempre secondo EN 728.
 - Prove di resistenza idrostatica per ciascun lotto di produzione ad 80° per t ≥ 165h a 5,5 Mpa secondo EN 921.
 - La Direzione Lavori si riserva di chiedere le prove di resistenza idrostatica a 20° C con t ≥ 100h a 12,4 Mpa, nonché le prove ad 80° con t ≥ 1000h a Mpa a carico del fornitore e specifica di lotto.
- Le prove di collaudo dovranno essere accompagnate da una dichiarazione di conformità secondo UNI – CEI – EN 45014.

I tubi dovranno riportare una marcatura conforme alle UNI ISO 4437 – DM 11/699:

- 1) Nome del fabbricante
- 2) Numero distintivo dell'azienda licenziataria
- 3) Norme di riferimento
- 4) Dicitura "Modif. DM 11/99
- 5) Materiale utilizzato e relativa designazione (PE 80 – PE 100)
- 6) Diametro esterno
- 7) Serie o SDR (Es. S5 – SDR 11)
- 8) MOP con relativo valore di riferimento (Es: S5 – MOP 5)
- 9) Codice materia prima utilizzata
- 10) Numero della trafilatura
- 11) Identificativo del lotto
- 12) Data di produzione

Per i fornitori di Materia Prima con tecnologia Bimodale sul PE 80 fare riferimento al Capitolato delle UNI 7611- FA1.

5.2 Apparecchiature idrauliche ed accessori.

Prescrizioni generali

Le apparecchiature idrauliche e gli accessori da utilizzarsi nelle opere di cui al presente progetto saranno di fabbricazione normale, rispondente alle norme UNI vigenti e di prima scelta.

Tutti i materiali destinati a venire a contatto con acqua potabile dovranno essere conformi alle specifiche normative vigenti nel settore, ed in particolare a quanto previsto dalle seguenti normative:

- Circolare del Ministero della Sanità n.102 del 02/12/1978, e successive modifiche, integrazioni ed eventuali norme attuative.
- D.M. Sanità 21/03/1973 e successive modifiche;
- D.P.R. 23/08/1982 n. 777 e successivi aggiornamenti;
- D.M. 12/12/1985 e successivi aggiornamenti e norme attuative;
- Legge n. 319 del 10/05/1976 e successive modifiche ed aggiornamenti (in particolare D.Lgs. 152/99);
- Delibera del comitato del Ministero dei Lavori pubblici del 04/02/1977;
- D.P.R. n. 236 del 24/05/1988;

Gli apparecchi idraulici (per i quali, subito dopo la consegna dei lavori, l'impresa dovrà comunicare il nominativo della ditta da lei prescelta per la fornitura) dovranno uniformarsi in tutto ai tipi di progetto e rispondere alle prescrizioni indicate nel presente Capitolato e nell'elenco dei prezzi o negli elaborati di progetto ed a quelle, più dettagliate, che saranno stabilite, caso per caso, dalla Direzione Lavori, la quale non consentirà la messa in opera di alcun apparecchio che non sia stato precedentemente collaudato dall'Azienda.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, senza bave e ripassate allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre, le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione.

Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina: i fori delle flange, dei coperchi e delle superfici di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori dovranno essere ricavate al tornio e venire rettifiche a mano o smerigliate: tanto è necessario per assicurare gli organi di chiusura una perfetta e durevole tenuta.

I filetti delle viti di manovra o di quelle destinate a serrare coperchi, saranno ricavati a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti, senza strappi o ammanchi di materia.

Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà risultare di fusione la marca della casa fornitrice, il diametro del passaggio e la freccia per la direzione del flusso dell'acqua.

Per le parti speciali stampate o fucinate, tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Tutte le parti di ghisa, per le quali non sarà prescritta verniciatura, dopo il collaudo in officina, eseguito da incaricati dell'Azienda, dovranno essere bitumate internamente ed esternamente.

La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo le parti esenti da ruggine e riscaldate in bagno caldo di bitume polimerizzato minerale. L'operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le parti dopo l'estrazione dal bagno, in modo da ottenere un rivestimento bene aderente, tale da non poter essere asportato né con la confricazione, né con colpi, senza grumi, gocce di catrame o screpolature.

Le parti di ferro o di acciaio, stampate e forgiate, e quelle fuse da verniciarsi, saranno pure coperte con bitume polimerizzato. Le superfici esterne, grezze in bronzo, rame, ottone, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura.

Gli accessori da installarsi in vista in locali di manovra dovranno dapprima essere stuccati e spalmati di minio nelle parti di ghisa; dopo che questo è asciugato, verranno verniciati con doppia mano di vernice cenere all'olio essiccato. I volantini dovranno essere, invece, verniciati di nero, le parti esterne in bronzo e ottone saranno polimentate.

Le flange di tutti gli apparecchi ed accessori dovranno essere costruite e forate in relazione ai diversi diametri ed alle diverse pressioni, secondo le norme UNI, oppure secondo la DIMA internazionale, a seconda delle specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, in relazione alle esigenze di connessione con opere esistenti e di intercambiabilità con le scorte di magazzino.

Ogni apparecchio dovrà essere idoneo ad essere montato e collegato alle tubazioni, secondo gli schemi standard correnti.

Tutti gli apparecchi verranno provati in stabilimento alla pressione indicata per ognuno di essi e come in appresso specificato. La campionatura degli apparecchi dovrà essere accompagnata da descrizioni, fotografie, pesi, illustrazioni e referenze di ogni apparecchio proposto.

Le apparecchiature idrauliche e gli accessori dovranno essere prodotte in un paese appartenente alla Unione Europea.

L'Appaltatore dovrà indicare, contemporaneamente alla presentazione del programma lavori, la ditta da esso prescelta per la fornitura delle apparecchiature idrauliche e gli accessori.

Prescrizioni per le valvole a saracinesca per acqua e fognature di piccoli diametri

Le valvole a saracinesca per acqua, del diametro da 50 mm a 400 mm, dovranno essere del tipo da interrare e rispondenti ai requisiti della norma UNI 10269-9/93 e successive modificazioni, o a requisiti equivalenti come di seguito riportato.

Le valvole a saracinesca per acqua potabile dovranno rispettare ogni eventuale prescrizione in materia di materiali a contatto con acque potabili, come citato nelle norme generali del presente articolo.

Il corpo delle saracinesche, il cappello ed il volantino e tutte le parti in ghisa dovranno essere costituiti da ghisa sferoidale del tipo GS 400-12 o GS 400-15, e presentare superfici perfettamente modellate, senza bave e ripassate allo scalpello e alla lima.

Il corpo delle saracinesche potrà essere ovale o piatto, ed adatto a sopportare le pressioni di prova in opera prescritte in tariffa o negli elaborati di progetto.

Le valvole a saracinesca dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a pressione PN 16 Ate;
- foratura delle flange secondo norme UNI, PN 10;
- albero di manovra in acciaio INOX di qualità X 20 Cr 13 (UNI EN 10088/1);
- tenuta del mandrino di tipo stagno senza premistoppa a mezzo di almeno 2 guarnizioni toroidali (O-Ring) in gomma NBR o EPDM atossica, idonea per uso alimentare;
- coperchio estraibile, in ghisa sferoidale, in una o più parti di fusione, fissato al corpo della valvola con viti a scomparsa di acciaio in conformità con la norma UNI 10269, protette da corrosione con idoneo materiale sigillante, o con fissaggio del tipo ad autoclave che garantisca la stessa tenuta meccanica e lo stesso grado di resistenza alla corrosione;
- cuneo (piattello di tenuta) in un solo elemento di fusione metallico di ghisa sferoidale, con rivestimento in gomma NBR o EPDM atossica, idonea per uso alimentare, e con scarico nella parte inferiore;
- collegamento tra albero e cuneo in madrevite di bronzo (UNI 10269);
- verniciatura interna ed esterna con trattamento epossidico idoneo per uso alimentare di spessore minimo 200 µm, oppure, solo per la parte interna, smaltatura in forno a 800°;
- sezione interna a passaggio totale (senza alcuna sede e senza guide laterali).

Ogni saracinesca dovrà essere idonea al montaggio ed al collegamento alle tubazioni di progetto, secondo gli schemi standard correnti, le precisazioni precedentemente illustrate e le prescrizioni degli elaborati di progetto.

Ogni saracinesca sarà provata presso l'officina di produzione alle pressioni di prova prescritte in tariffa o negli elaborati di progetto, secondo il tipo e il diametro.

Le saracinesche saranno fornite con volantino in ghisa (per installazione in cameretta), con cappellotto, oppure con la serie normale di accessori sottosuolo composta delle seguenti parti (Figura V.2):

- tubo protettore di PVC, provvisto di coperchietto superiore con foro e con parte inferiore allargata per rivestire completamente il coperchio della saracinesca ed i relativi bulloni;
- asta di manovra in acciaio, con manicotti in ghisa o ottone, con quadro di attacco all'albero della saracinesca e per attacco alla chiave di manovra;

Su ogni saracinesca dovranno risultare: la data di fusione, il diametro e la direzione della corrente.

Ogni saracinesca sarà provata presso l'officina di produzione e di ogni prova si stenderà verbale; alla prova potrà assistere un rappresentante dell'Azienda. In ogni caso la casa produttrice dovrà rilasciare certificato con la narrativa delle prove e dei risultati.

Tutte le spese delle prove, compresa quella per l'intervento dell'Azienda, sono a carico dell'Appaltatore.

Prescrizioni per le valvole a gomito per acqua

Le valvole a gomito per derivazioni verticali avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo in ghisa sferoidale GS 400,
- resistenza a pressione PN 16 Ate,
- attacco a vite per asta di manovra completa di protezione,
- albero di comando in acciaio INOX,
- guarnizioni in anelli "O-Ring" in gomma NBR o EPDM atossica idonea per uso alimentare,
- viti di fissaggio del coperchio del tipo a scomparsa in acciaio come da UNI 10269, annegate e protette contro la corrosione,
- tampone rivestito di gomma NBR o EPDM atossica, idonea per uso alimentare,
- uscita filettata gas femmina.

Le valvole a gomito per acqua potabile dovranno rispettare ogni eventuale prescrizione in materia di materiali a contatto con acque potabili, come citato nelle norme generali del presente articolo.

Prescrizioni per le valvole a sfera per gas

Le valvole a sfera per gas dovranno essere del tipo da interrare e rispondenti ai requisiti della norma UNI 9734-01/91.

L'esecuzione delle valvole sarà a passaggio totale, nei piccoli diametri fino al DN 200 mm, ed a passaggio ridotto, nei diametri maggiori da DN 250 mm a DN 350 mm.

Le valvole a sfera dovranno essere del tipo a saldare di testa (UNI 9734), per installazioni su tubazioni in acciaio catramato.

Le valvole saranno fornite con quadro, stelo prolungato, o leva, a seconda delle prescrizioni di progetto. Per le valvole di grande diametro deve essere prevista l'installazione di un riduttore di sforzo per rientrare nei limiti prescritti dalla UNI 9734.

Le valvole dovranno possedere i seguenti requisiti:

- resistenza a pressione PN 16 Ate;
- corpo della valvola, coperchio ed estremità in acciaio inossidabile o acciaio al carbonio di qualità legato o non legato con esclusione degli acciai di base come definiti nella UNI EN 10020. Le estremità a saldare di testa dovranno avere caratteristiche metallurgiche tali da consentire la saldabilità in campo senza l'ausilio di particolari accorgimenti,
- otturatore (sfera) e stelo in acciaio con le medesime caratteristiche del corpo valvola. La superficie dell'otturatore deve essere perfettamente sferica. L'otturatore può essere in acciaio inossidabile, oppure rivestito da uno strato di nichel o cromo con spessore minimo 30 µm,
- sede di tenuta in PTFE con contenuto di vetro variabile dal 15% al 25%,
- anello di tenuta dello stelo (O-Ring) in gomma EPDM o NBR,
- prolunga dello stelo formato da asta di manovra in acciaio e colonna di protezione esterna in acciaio a tenuta stagna,

- verniciatura esterna del corpo valvola, e dell'eventuale prolunga, in resine epossidiche.

Prescrizioni per i passi d'uomo

Dovranno essere in ghisa sferoidale a norma UNI ISO 1083, conforme alla norma UNI EN 124 Classe D400, prodotto in stabilimenti situati nell'Unione Europea certificati a norma ISO 9001, con passo d'uomo di 600 mm., rivestito con vernice bituminosa e costituito da:

- Telaio a sagoma quadrata di lato non inferiore a 850 mm., di altezza non inferiore a 100 mm., con fori ed asole di fissaggio, munito di guarnizione di tenuta antibasculamento, in polietilene alloggiata su apposita sede.
- Coperchio circolare dotato di un elemento elastico in esso integrato che ne permetta il bloccaggio automatico sul telaio senza l'ausilio di altri sistemi di chiusura e provvisto di un sistema ad articolazione che ne consenta il ribaltamento a 130° e l'estrazione a 90°. Predisposto per l'alloggiamento di apposito dispositivo antifurto. Disegno antisdrucchiolo riportante la scritta EN 124 D400, il marchio dell'ente di certificazione internazionalmente riconosciuto.

Prescrizioni per pozzetti per fognature

I pozzetti per fognature verranno realizzati in elementi prefabbricati, o eseguiti in opera, in conglomerato cementizio di caratteristiche non inferiori a R_{ck} 400 Kg/cm², e con armatura in ferro (FeB 44 K) idonea a conferire loro la capacità di sopportare, con adeguati coefficienti di sicurezza, carichi di 1° categoria fino alla profondità di 5,00 m dai piani stradali.

Dovranno presentare il fondo adeguatamente sagomato per costituire la canaletta di scorrimento e saranno dotati di appositi fori per l'innesto delle tubazioni. Per le condotte circolari il foro sarà dotato di guarnizione elastomerica, avente le medesime caratteristiche di quelle usate per le condotte, a tenuta.

Dovranno essere totalmente e perfettamente impermeabilizzati con vernici epossidiche idonee a sopportare le condizioni chimiche, fisiche e biologiche presenti nelle fognature, spessore 600 µm. Analogo trattamento va riservato agli eventuali anelli di prolunga ed alla relativa malta di collegamento.

Le lastre di copertura, di spessore idoneo a resistere con adeguato coefficiente di sicurezza ai carichi di 1° categoria, saranno inoltre dotate di idonea apertura per la botola ed impermeabilizzate con lo stesso trattamento dei pozzetti nella parte interna.

I pozzetti, analogamente alle tubazioni, dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui alla Legge n. 319 del 10/05/1976, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Per le camerette d'ispezione ed i pozzetti scolmatori dovrà essere prevista adeguata scaletta d'accesso in carpenteria metallica, opportunamente protetta dalle azioni corrosive, ed eseguita a norme di sicurezza.

5.3 Posa delle tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale.

Norme generali

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alla normativa tecnica per le tubazioni approvata con D.M. 12/12/1985.

La posa in opera delle tubazioni per acqua potabile (parimenti a quella dei serbatoi di stoccaggio realizzati con altri materiali) dovrà essere inoltre conforme a quanto previsto dalle norme tecniche di cui al D.M. Sanità 26/03/1991 – Allegato 2 e successive modifiche ed integrazioni, alle norme tecniche generali di cui all'art. 2 della Legge n. 319 del 05/10/1976 (come successivamente aggiornato) ed in particolare a quanto prescritto all'allegato n. 3 della Delibera del Comitato del Ministero dei Lavori Pubblici del 04/02/1977 pubblicata nel supp. ord. della G. U. n. 48 del 21/02/1977, e successive modificazioni ed integrazioni.

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Fornitrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabilite dal Codice della Strada.

La posa in opera e la giunzione delle condotte in ghisa sferoidale dovrà essere effettuata da personale specializzato di adeguata capacità, sotto la guida di assistenti idonei ed esperti.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni, qualora il personale incaricato di tale lavoro, nonostante l'osservanza di quanto stabilito in precedenza, non dia all'atto pratica le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui debbono essere posti i raccordi o gli apparecchi deve essere riconosciuta ed approvata dalla Direzione Lavori.

Conseguentemente, resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa deve essere formata col minimo numero di giunzioni, ossia col massimo numero possibile di tubi interi. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubi, dove non sia strettamente riconosciuto necessario dalla Direzione Lavori.

Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'Appaltatore dovrà a tutte sue spese, rifare il lavoro correttamente, rimanendo a suo carico tutte le maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Azienda.

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, raccordo o apparecchio deve essere accuratamente pulito a piè d'opera da qualunque elemento estraneo. Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei e che venga danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata debbono essere tappati accuratamente, durante l'interruzione del lavoro, con tappi di legno.

I tubi, raccordi ed apparecchi devono essere discesi con cura, nelle trincee e nei cunicoli dove devono essere posati, evitando urti, cadute, ecc..

I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

Scavo delle nicchie

Nelle pareti e sul fondo degli scavi, in corrispondenza dei giunti, verranno scavate apposite incavature e nicchie per far luogo sia alla formazione della giunzione dei tubi, sia alla loro completa ispezione in sede di prova. La dimensione della nicchia deve essere tale, a giudizio della Direzione Lavori, da consentire liberamente il lavoro al quale esse sono destinate. L'onere per lo scavo delle nicchie è compreso nel prezzo degli scavi e quindi nessun ulteriore compenso spetta a tale titolo all'Appaltatore, oltre a quello stabilito in tariffa per lo scavo.

Profondità delle condotte

La profondità delle condotte non sarà di norma minore di m1.00 sulla generatrice superiore della tubazione, compreso l'eventuale spessore della pavimentazione stradale. Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dal Direttore Lavori. Qualora il profilo del terreno non consentisse di mantenere regolarmente tale profondità minima, la prescritta copertura dovrà essere raggiunta con la costruzione di adeguato rilevato, curato in modo che esso non abbia da provocare

ristagni d'acqua; in caso di impossibilità di costruzione del rilevato, la condotta dovrà essere o metallica, o protetta con cunicolo, in conformità delle prescrizioni della Direzione Lavori.

Precauzioni da aversi durante i lavori

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati ed ai tratti di condotte eventualmente già esistenti scoperti durante gli scavi, curando, in ogni caso, che le nuove condotte siano posate a quota opportuna rispetto a quelle esistenti secondo le disposizioni che di volta in volta impartirà la Direzione Lavori.

In casi particolari, e solo dietro approvazione della Direzione Lavori, sarà consentita la rimozione di quei tratti di condotta e di apparecchiature preesistenti che intralciassero notevolmente la posa ed i lavori della nuova condotta, fermo restando da parte dell'Appaltatore l'obbligo di reintegrare quanto manomesso con tutti i lavori necessari a dare finita e funzionante l'opera, riutilizzando lo stesso materiale rimosso, nel caso che questo, tutto od in parte, sia riconosciuto idoneo al reimpiego dalla Direzione Lavori.

Anche nel caso che la Direzione Lavori non ritenesse utile o idoneo il reimpiego delle opere di cui sopra, o nel caso che la stessa Direzione Lavori riconoscesse più conveniente la loro demolizione, l'Appaltatore è obbligato, salvo disposizioni contrarie della Direzione Lavori, alla perfetta reintegrazione delle opere esistenti con materiale fornito dall'Azienda.

Responsabile della perfetta funzionalità di questi lavori di ripristino e degli eventuali danni causati, rimane in ogni caso ed esclusivamente l'Appaltatore.

I lavori di cui sopra saranno compensati coi prezzi di Capitolato.

Si impedirà, inoltre, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc., che possano danneggiare la tubazione e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni, si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione l'inondazione dei cavi, le condotte vuote o chiuse alle estremità possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con apposito tappo ad espansione, o altro materiale idoneo ed approvato dalla D. L.

Posa in opera dei tubi in ghisa sferoidale

Dopo che i tubi saranno trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissate nei profili di posa, l'Appaltatore farà porre e quotare, opportuni picchetti, in modo che la distanza fra picchetto e picchetto non superi 15 metri.

Il fondo dello scavo dovrà essere piano e privo di asperità. Qualora la D.L. lo ritenga necessario si predisporrà un letto di posa formato con sabbia, le cui dimensioni saranno riportate negli elaborati grafici. A posa avvenuta, la tubazione dovrà essere ricoperta con uno strato di sabbia di protezione dello spessore minimo di cm 10.

Salvo quanto riguarda, in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie approvati dalla Direzione Lavori, con le varianti che potranno essere disposte dalla direzione stessa.

In particolare, non saranno tollerate contropendenze in difformità dal profilo previsto. Nel caso che, nonostante tutto, queste si verificassero, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Normalmente nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. Gli assi consecutivi del tubo debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite le deviazioni permesse dai giunti secondo le tabelle previste dai produttori dei tubi, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio. I tubi devono essere disposti in modo da appoggiare per tutta la loro lunghezza.

I bicchieri vanno preferibilmente rivolti verso i punti a quota maggiore.

La posa in opera dei tubi a bicchiere con giunto elastico automatico si eseguirà nel modo seguente:

- si pulirà l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma e si cospargerà di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione;
- si introdurrà quest'ultima nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere;
- si cospargerà di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione ed il tratto terminale di canna che verrà imboccata;
- si traccerà sulla canna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere, diminuita di 10 mm;
- assicurato il centraggio del tubo da imboccare con il bicchiere corrispondente, si introdurrà la canna nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere. Questa posizione non dovrà essere oltrepassata per consentire le deviazioni angolari permesse dal giunto.

Posa in opera di raccordi, apparecchi ed accessori in ghisa

L'impiego dei raccordi, apparecchi ed accessori, ed il tipo di giunto, deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori.

Nella messa in opera dei raccordi, apparecchi ed accessori, deve inoltre essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente, per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura, per evitare danni alle parti delicate durante i lavori e la messa in opera.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a T per scarichi saranno situati in opera disponendo orizzontale la rispettiva tangenziale; a questa diramazione andrà unita la saracinesca di chiusura dello scarico. Se l'applicazione dei relativi apparecchi non è fatta contemporaneamente all'applicazione dei manicotti, si dovrà chiudere provvisoriamente con flange cieche di ghisa il foro della diramazione a T. In questo caso potranno usarsi, come guarnizione, rotelle di cartone imbevute di olio di lino cotto;
- i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto l'asse della condotta, con l'attacco orizzontale o verticale, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori;
- riduzioni: per passare da un diametro ad un altro si impiegheranno riduzioni tronco coniche di raccordo, a flange o a bicchieri;

- saracinesche di arresto e di scarico: le saracinesche di arresto e di scarico saranno collocate nei punti indicati nel profilo di posa allegato, e secondo gli schemi previsti dal presente Capitolato (Figura V.2), salvo le diverse indicazioni di progetto o della Direzione Lavori. In genere le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro di quelle delle tubazioni sulle quali devono essere inserite. Le saracinesche di scarico hanno, invece, diametro normalmente inferiore delle tubazioni, secondo quanto indicato nei disegni o quanto verrà indicato dalla Direzione Lavori;
- sfiati automatici (Figura V.6): gli sfiati automatici saranno collocati nei punti indicati nelle tavole di progetto allegate. Gli sfiati saranno posti in opera mediante pezzi a T con diramazioni verticali. Lo sfiato sarà sempre preceduto da un rubinetto di intercettazione, e sarà munito di apposito rubinetto di spurgo. Per la custodia dell'apparecchio e la sua manovra sarà costruito apposito pozzetto o armadio secondo le prescrizioni della D.L.

L'assemblaggio di gruppi di raccordi (tee con valvole, ecc.) può avvenire anche fuori scavo a scelta dell'Appaltatore ed in accordo con la D.L..

La Direzione lavori ha la facoltà di stabilire, in ogni caso, il tipo di giunto, di volta in volta da adottare per il collegamento delle apparecchiature alle tubazioni in uso per quel determinato lavoro.

A montaggio avvenuto i raccordi, apparecchi ed accessori, vanno comunque adeguatamente protetti dalla corrosione, con prodotti idonei ed approvati dalla D.L..

Giunzioni delle tubazioni

Per la costruzione delle condotte in tubi di ghisa sferoidale, dovranno essere adottati di norma i tipi di giunzione elastica automatica o meccanica.

Per il collegamento delle condotte summenzionate con i raccordi in ghisa, dovranno essere adottati di norma i tipi di giunzione meccanica.

5.4 Posa delle tubazioni e raccordi in ghisa in pvc.

Norme generali

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (Cloruro di polivinile), l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alla normativa tecnica per le tubazioni approvata con D.M. 12/12/1985, nonché alle Raccomandazioni I.I.P. sulla installazione delle tubazioni di polichloruro di vinile rigido, non plastificato (pubblicazione n. 4 di settembre 1977 per la costruzione di acquedotti, pubblicazione n. 3 di novembre 1984 per la costruzione di fognature), ed successive modificazioni ed integrazione, nonché alle prescrizioni del presente Capitolato.

La posa in opera delle tubazioni per acqua potabile e fognature (parimenti a quella dei serbatoi di stoccaggio realizzati con altri materiali) dovrà essere inoltre conforme a quanto previsto dalle norme tecniche di cui al D.M. Sanità 26/03/1991 – Allegato 2 e successive modifiche ed integrazioni, alle norme tecniche generali di cui all'art. 2 della Legge n. 319 del 05/10/1976 (come successivamente aggiornato) ed in particolare a quanto prescritto all'allegato n. 3 della Delibera del Comitato del Ministero dei Lavori Pubblici del 04/02/1977 pubblicata nel supp. ord. della G. U. n. 48 del 21/02/1977, e successive modificazioni ed integrazioni.

Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso, per trasporto, carico, scarico, accatastamento ed anche per la posa in opera, devono essere effettuate con cautela maggiore alle basse temperature, perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazioni dei tubi.

Trasporto

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Fornitrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabilite dal Codice della Strada.

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o con bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto.

Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle due estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m, qualunque sia il loro diametro, per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare areazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore.

Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25° C, è da evitare l'accatastamento dei tubi uno sull'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammassarli disordinatamente, così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi o per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Posa in opera e reintegro

Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per un'altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, che non contenga pietruzze.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato per tutta la larghezza dello scavo, e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 10 cm per acqua e 20 cm per fognatura misurato sulla generatrice superiore.

Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo, o il materiale di riempimento ordinato dalla Direzione Lavori, per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere puliti accuratamente e controllati ad uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

L'assemblaggio della condotta deve avvenire secondo le seguenti modalità:

verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;

provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;

segnalare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:

introdurre il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta,

ritirare il tubo non meno di 10 mm,

segnare in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è linea di riferimento;

inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;

lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante;

infilare la punta del bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Posa di apparecchi ed accessori

Per la posa in opera di apparecchi ed accessori per le condotte in PVC vanno osservate le prescrizioni relative alla posa dei tubi in PVC, e relative al materiale con cui sono costruiti gli stessi apparecchi ed accessori se diverso dal PVC (ghisa sferoidale, acciaio, ecc.).

I sistemi di giunzione tra materiali diversi devono rispettare gli schemi progettuali, e comunque devono essere certificabili per compatibilità.

La Direzione lavori ha la facoltà di stabilire, in ogni caso, il tipo di giunto, di volta in volta da adottare per il collegamento delle apparecchiature alle tubazioni in uso per quel determinato lavoro.

A montaggio avvenuto gli apparecchi ed accessori, vanno adeguatamente protetti dalla corrosione, con prodotti idonei ed approvati dalla D.L..

Reinterro

Il materiale già usato per la costipazione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco sempre in sabbia giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita con le modalità sopra descritte, e comunque sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 10 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione dovrà essere eseguita con le modalità sopra descritte, e comunque sempre con la massima attenzione.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale ordinato dalla Direzione Lavori. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato sulla generatrice superiore del tubo).

Pozzetti per condotte in PVC

Nei pozzetti da costruire per il contenimento di apparecchiature idrauliche (scarichi, sfiati, ecc.) lungo la condotta in PVC per acquedotti, vanno inseriti dei tronchetti che attraversano la parete del pozzetto, e che fuoriescono, da entrambe le superfici, di una lunghezza sufficiente a permetterne il montaggio e lo smontaggio nonché le normali operazioni di manutenzione.

I tronchetti, del materiale stabilito dagli schemi progettuali, devono essere a testata liscia o flangiata, idonea all'accoppiamento con i tubi in PVC.

Collegamento dei tubi in PVC per acquedotto con tubi di altro materiale

Il collegamento fra tubazioni per acquedotto di diverso materiale avviene a mezzo di flange opportunamente predisposte, oppure a mezzo di raccordi di PVC o PVC e metallo con una derivazione filettata e l'altra per l'incollaggio.

Per la costruzione di tronchetti in metallo bisogna utilizzare tubi calibrati di acciaio senza saldatura (tubi di precisione) oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura, di cui alla norma UNI-ISO 4200, scegliendo in ogni caso i diametri adatti. Al tronchetto verrà poi saldata una flangia PN 10 (CNR-UNI 10023) avente dimensioni opportune, oppure una flangia cieca PN 10 (UNI 6092). Sarà possibile "confezionare" un tronchetto di partenza adatto all'unione con saracinesche, idranti, sfiati, T, croci, ecc., a mezzo di flangia e connettere il tutto ai tubi di PVC inserendo il tronchetto nel giunto con guarnizione elastomerica.

5.5 Posa delle tubazioni in acciaio.

Norme generali

Per la movimentazione e la posa dei tubi in acciaio, l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alla normativa tecnica per le tubazioni approvata con D.M. 12/12/1985, e successive modifiche o integrazioni, nonché alle prescrizioni del presente Capitolato.

La posa in opera delle tubazioni per acqua potabile (parimenti a quella dei serbatoi di stoccaggio realizzati con altri materiali) dovrà essere inoltre conforme a quanto previsto dalle norme tecniche di cui al D.M. Sanità 26/03/1991 – Allegato 2 e successive modifiche ed integrazioni, alle norme tecniche generali di cui all'art. 2 della Legge n. 319 del 05/10/1976 (come successivamente aggiornato) ed

in particolare a quanto prescritto all'allegato n. 3 della Delibera del Comitato del Ministero dei Lavori Pubblici del 04/02/1977 pubblicata nel supp. ord. della G. U. n. 48 del 21/02/1977, e successive modificazioni ed integrazioni.

Per quanto riguarda le condotte di distribuzione gas sono da osservare anche il D.M. 24/11/1984, e la norma UNI 9165, e le loro successive modificazioni ed integrazioni.

Scarico, maneggio, trasporto e sfilamento dei tubi

Lo scarico ed il maneggio dei tubi dovranno essere eseguiti con l'impiego di fascioni o di briglie atte ad agganciare il tubo alle estremità.

Il tipo di questi accessori dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori; le dimensioni idonee dei fascioni, delle funi di acciaio, ecc., dovranno essere stabilite dall'Appaltatore, tenendo conto delle vigenti disposizioni di sicurezza; non è permesso lo scarico dei tubi facendoli rotolare direttamente dagli autocarri.

Per l'accatastamento dei tubi, eseguito secondo le norme dell'Azienda e le prescrizioni della Direzione Lavori, dovranno essere impiegati, sia sul terreno, sia tra i diversi strati di tubi, listoni di legno o plastica, di dimensioni e numero sufficienti a garantire l'integrità delle tubazioni e/o del rivestimento.

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Produttrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabilite dal Codice della Strada.

Il trasporto e lo sfilamento dovranno essere effettuati con mezzi atti ad evitare danni alle testate, ovalizzazioni, ammaccature, lesioni ai rivestimenti. In ogni caso, le tubazioni non debbono mai venire a diretto contatto con il terreno. E' vietato lo slittamento ed il trascinarsi dei tubi.

L'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, al ricovero di tutti gli altri materiali ricevuti in consegna dall'Azienda entro locali o baracche idonee a preservarli dalle intemperie e dall'umidità.

I materiali di fasciatura dovranno inoltre essere accatastati in modo tale da evitare lo schiacciamento dei rotoli, e comunque il loro danneggiamento.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad un adeguato servizio di guardiania.

Pulizia interna dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli idonei a rimuovere qualsiasi materiale estraneo che possa disturbare o danneggiare l'esercizio della rete.

Il polverino di ossido di ferro eventualmente originato dalla scovolatura, sarà eliminato mediante soffiatura.

La medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed altri raccordi, anche con lavaggio con solventi che non danneggiano le guarnizioni.

Al termine di ogni giornata di lavoro, le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con tappi ad espansione.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. in modo da evitare difetti nella esecuzione delle saldature o delle guarnizioni.

Prima dell'accoppiamento, le testate dovranno essere controllate, a cura dell'Appaltatore, al fine di verificare che le ovalizzazioni siano contenute entro la tolleranza prevista dalle Norme stabilite dall'Azienda.

I difetti che non potranno essere riparati a freddo, saranno eliminati tagliando la parte difettosa.

Tutti i tagli che dovranno essere effettuati sui tubi, saranno eseguiti secondo un piano normale all'asse del tubo.

Il bordo del taglio verrà sagomato in modo da ottenere lo smusso che dovrà inoltre essere rifinito ed aggiustato con l'uso di una mola o mediante lima.

I tubi aventi difetti non riparabili, dovranno essere scartati con l'approvazione della Direzione Lavori e formeranno oggetto di segnalazione scritta alla Azienda da parte dell'Appaltatore.

Occorre anche verificare lo stato del rivestimento protettivo esterno per individuarne e ripararne gli eventuali difetti.

La riparazione si esegue asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola la superficie scoperta e procedendo al ripristino del rivestimento con le stesse modalità prescritte al successivo punto H) del presente articolo di Capitolato (Fasciatura dei giunti e ripristino del rivestimento).

Nel caso di piccoli difetti, o di piccole avarie, la riparazione può limitarsi a semplice spalmatura di bitume a caldo, soltanto però col permesso della D.L..

Esecuzione delle saldature

Tutti i tubi saranno collegati tra di loro mediante giunzione per saldatura elettrica di testa eseguita con saldatrici a corrente continua.

I tubi di diametro esterno fino a DN 80 potranno essere collegati con saldatura elettrica o ossiacetilenica secondo le prescrizioni della Direzione Lavori mentre, per i diametri maggiori, solo con saldatura elettrica.

I saldatori devono avere apposito patentino di abilitazione, secondo le UNI EN 287-1:1993, per la seguente categoria: 111 T BW W01 C+B.

Le saldature elettriche dovranno essere realizzate secondo quanto richiesto dalla norma UNI EN 287-1:1993.

Le saldature elettriche dovranno essere realizzate di norma secondo il seguente procedimento:

- prima passata con elettrodi Cellulosici.
- seconda passata e successive con elettrodi Basici.

Ogni altra modalità esecutiva delle saldature, anche su richiesta dell'appaltatore, dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori.

A giudizio della Direzione Lavori verranno scartati gli elettrodi che presentino segni di deterioramento del rivestimento per umidità e abrasioni.

L'Appaltatore dovrà disporre di un apposito fornello per l'essiccazione degli elettrodi.

Le saldature elettriche debbono essere fatte a riprese successive e precisamente con due passate per spessori oltre i 4 mm e fino a 6,3 mm.

La seconda passata deve essere eseguita subito dopo la prima (in ogni caso, senza lasciare raffreddare il giunto al di sotto di 50° C); mentre sia queste che le successive passate saranno eseguite previa accurata asportazione delle scorie a mezzo spazzole, mola e scalpello.

La sezione dei cordoni dovrà essere uniforme, la loro superficie regolare, con larghezza costante, senza porosità e difetti apparenti. La saldatura dei tubi di protezione potrà essere effettuata anche con una sola passata.

Ove richiesto dalla Direzione Lavori, ogni saldatura dovrà essere contrassegnata dal numero dell'operatore. Questo numero sottosegnato con un tratto, indicherà le saldature eseguite a tubo rotante. I contrassegni saranno forniti dall'Appaltatore.

E' fatto divieto di effettuare senza preriscaldamento saldature elettriche a 100° C con temperatura ambiente inferiore a 0°.

La saldatura completa dovrà essere pulita da tutte le scorie e dal materiale ossidato, onde permettere una buona ispezione visiva.

In caso di cattivo tempo, l'esecuzione delle saldature dovrà essere protetta dalla pioggia o dal vento, a cura e carico dell'Appaltatore; nessuna saldatura dovrà essere eseguita a tubo umido, a meno che i lembi da saldare non vengano preriscaldati fino ad evaporazione dell'umidità.

La saldatura ossiacetilenica sarà eseguita con una sola passata per spessori fino a 4 mm, per spessori superiori la saldatura sarà eseguita in due passate.

Il diametro del filo di apporto non sarà mai superiore allo spessore della tubazione da saldare.

In applicazione dell'Art.11.6 del presente Capitolato, l'Appaltatore, sulle proprie saldatrici elettriche e con cadenza annuale, deve effettuare la calibrazione del potenziometro di regolazione della corrente impostata. Deve quindi fare verificare la regolarità del potenziometro di regolazione della corrente di saldatura, in maniera che la corrente d'uscita cresca gradualmente all'aumentare della corrente impostata.

La suddetta calibrazione deve essere eseguita da un tecnico abilitato, dotato di apposita strumentazione certificata, che deve rilasciare l'apposito certificato di controllo dell'apparecchiatura.

Qualifica dei saldatori e del procedimento di saldatura

Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati dall'Azienda, a spese dell'Appaltatore.

Qualora Autorità ed Enti preposti per i controlli e la sicurezza delle saldature richiedessero di effettuare direttamente o con modalità diverse la qualifica dei saldatori, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi a tali disposizioni, assumendo, a suo carico, tutti gli oneri relativi.

Tale qualifica, a giudizio dell'Azienda, potrà sostituire quella prevista in questo punto.

Identificazione delle saldature

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo e relativo numero di identificazione dei saldatori già qualificati che verranno impiegati.

Se richiesto della Direzione Lavori, ogni saldatore imprimerà sul tubo, in vicinanza delle saldature, il numero di identificazione consegnatogli, nel modo seguente:

- saldatori di prima passata apporranno, mediante punzone, il loro numero sulla tubazione, in corrispondenza del punto iniziale della saldatura, dopo che l'hanno eseguita;
- gli altri saldatori apporranno il numero nella stessa maniera, sotto quello dei saldatori di prima passata e secondo l'ordine con cui verranno eseguite le successive passate. Se un saldatore dovrà essere sostituito o allontanato, il numero a lui assegnato sarà annullato.

E' fatto espresso divieto di immettere sul cantiere saldatori senza preventivo benestare della Direzione Lavori.

Le saldature effettuate da saldatori non espressamente accettati, dovranno essere eliminate.

Verifica delle saldature

La Direzione Lavori ha la facoltà di decidere se effettuare o meno la verifica delle saldature, che sarà effettuata mediante controlli non distruttivi. Il controllo non distruttivo (xgrafia, gammagrafia, ultrasuoni) potrà riguardare di massima tutti i tipi di tubazioni, indipendentemente dalla pressione di esercizio prevista.

Potranno, in particolare, essere verificate:

- le saldature degli attraversamenti fluviali subalveo, ferroviari, di strade statali o in genere quelle chiuse entro guaine e cunicoli;
- tutte le altre saldature di particolare importanza, a giudizio della Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di saldatura di sottoporre a prove nella misura di un campione per ogni 500 m di tubazione saldata.

Qualora le saldature risultassero difettose, la Direzione Lavori potrà richiedere la ripetizione della prova su un secondo campione eseguito dagli stessi operatori e, se anche questo risultasse difettoso, potrà richiedere l'immediata sostituzione dei saldatori che hanno eseguito il lavoro.

Le saldature precedentemente eseguite dagli operai di cui sopra, dovranno essere rifatte a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutte le spese per le prove di cui sopra sulle giunzioni, saranno a carico dell'Azienda, solo nel caso che l'esito risulti positivo.

Fasciatura dei giunti e ripristino del rivestimento

Le tubazioni con rivestimento esterno in polietilene a sinterizzazione o estrusione il ripristino del rivestimento avverrà tramite utilizzo di prodotti termorestringenti del tipo accettato dall'Azienda.

Dovranno essere utilizzati esclusivamente i seguenti prodotti:

- Manicotti tubolari termorestringenti per il rivestimento dei giunti di saldatura in linea.
- Fascia termorestringente per il rivestimento dei giunti di saldatura in linea.
- Nastro termorestringente per il rivestimento delle curve di rete.
- Manicotti tubolari termorestringenti per il rivestimento di colonne montanti e raccordi filettati.
- Parti stampate termorestringenti per il rivestimento dei tee di derivazione o di pezzi speciali.

I manicotti tubolari termorestringenti per la protezione anticorrosione di tubazioni da DN 50 sino a DN 300 per condotte gas/acqua devono essere utilizzati **per la protezione dei giunti di saldatura in linea** di tubazioni rivestite in PE o bitume. I manicotti, omologati a norma DIN 30672, devono avere una percentuale di restringimento almeno del 25%, essere costituiti da uno strato esterno in PE reticolato mediante irradiazione abbinato ad uno strato di sigillante viscoelastico, ed essere adatti per essere utilizzati sia per la posa interrata che subacquea a temperatura ambiente. Lo spessore totale deve essere minimo 2 mm., quello nominale del solo strato di sigillante di almeno 1 mm. Il manicotto deve essere provvisto di una speciale marchiatura a rilievo o verniciatura che scompaia definitivamente con adeguato apporto di calore. L'evidenza del cambiamento permanente deve facilitare l'installazione ed una ispezione corretta del prodotto.

Le fascie termorestringenti per la protezione anticorrosione di gas/acqua devono essere utilizzati **per la protezione dei giunti di saldatura in linea** di tubazioni rivestite in PE o bitume. Le fascie, omologate a norma DIN 30672, devono avere una percentuale di restringimento almeno del 25%, essere costituiti da uno strato esterno in PE reticolato mediante irradiazione abbinato ad uno strato di sigillante viscoelastico, ed essere adatti per essere utilizzati sia per la posa interrata che subacquea a temperatura ambiente. Lo spessore totale deve essere di 2,2/2,9 mm., quello nominale del solo strato sigillante di almeno 1, 40 mm. le fascie possono essere

utilizzate sia nella versione "Unisleave", cioè pretagliate in funzione del diametro della tubazione, con pezze adesive di chiusura pre-installate su una estremità di fascia, che in rotolo di lunghezza di 30 mt. con pezze adesive fornite separatamente.

Il nastro termorestringente per la protezione anticorrosione deve essere utilizzato **per la protezione delle curve di rete** su tubazioni rivestite in PE o bitume. I nastri termorestringenti devono avere una percentuale di restringimento almeno pari al 12% essere costituiti da uno strato esterno in PE reticolato mediante irradiazione abbinato ad uno strato di sigillante viscoelastico, ed essere adatti per essere utilizzate sia per la posa interrata che subacquea alla massima temperatura di esercizio di 30°. Lo spessore totale deve essere almeno di mm. 1,2, quello nominale del solo strato di sigillante da 0,7 mm. I nastri di lunghezza variabile dovranno avere larghezza di 35, 50, 75, 100 mm. da utilizzare in base al diametro della curva da rivestire dovranno essere applicati in modo da avere un sormonto pari al 50%, a seguito di adeguato apporto di calore, le spire contraendosi si sigillano fra di loro per tutta la lunghezza del rivestimento. Alle estremità delle curve, la sigillatura viene completata con una sovrapposizione di minimi 50mm. al rivestimento esistente.

Le parti stampate termorestringenti, omologate a norma DIN 30672/C50, devono essere utilizzate **per la protezione dei tee di presa o di pezzi speciali**. Il rivestimento deve essere eseguito mediante l'applicazione di una parte stampata che assicuri una continuità protettiva anticorrosiva anche sul collo della saldatura del tee di presa. Detta parte stampata consiste in un supporto esterno in PE, reticolato mediante irradiazione ed abbinato ad uno strato di adesivo anticorrosivo sigillante. Lo spessore minimo del supporto ad installazione avvenuta deve essere di almeno 2,3 mm. le dimensioni della parte stampata dovrà essere tale da consentire un facile inserimento della stessa nel tee di presa. Una volta ristretta la parte stampata dovrà conformarsi alla sagoma del tee aderendo con continuità in ogni punto, senza presentare grinze od intrappolare bolle d'aria.

I manicotti tubolari termorestringenti per la protezione anticorrosione devono essere utilizzati **per la protezione di colonne montanti e raccordi filettati** di tubazioni rivestite in PE o bitume. I manicotti, omologati a norma DIN 30672, devono avere una elevata percentuale di restringimento, essere costituiti da uno strato esterno in PE reticolato mediante irradiazione abbinato ad uno strato di sigillante viscoelastico, ed essere adatti per essere utilizzate sia per la posa interrata che subacquea alla massima temperatura di esercizio di 30°C. Lo spessore dei manicotti può variare in base al diametro da rivestire, ma comunque deve essere adeguato a garantire le prestazioni previste dalla suddetta norma DIN. Lo spessore minimo garantito deve essere di almeno 3 mm. e la lunghezza possono essere variabili

L'applicazione del rivestimento protettivo dovrà essere effettuato seguendo scrupolosamente le modalità tecniche di posa consigliate dal produttore. In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni.

- Particolare attenzione dovrà essere posta nella preparazione della superficie della tubazione da ruggine, grasso od altro, secondo le norme SIS-055900 oppure SIS-055900-SA 2 ½.
- La superficie del tubo dovrà essere preriscaldata a circa 60°C, utilizzando una torcia a gas propano. Il prodotto termorestringente dovrà essere posizionato in modo che a posa avvenuta si sovrapponga al rivestimento esistente per almeno 50 mm. e 100 mm nel caso di fascia.
- Il prodotto termorestringente dovrà essere riscaldato utilizzando una fiamma "gialla morbida" tenuta costantemente in movimento, prodotta con gas propano, procedendo dal centro verso l'esterno e spostando la fiamma con movimento rotatorio costante.

I rivestimenti realizzati devono garantire i seguenti risultati dopo il raffreddamento:

- Il profilo di saldatura deve risultare evidente.
- Il ripristino deve aderire perfettamente sia alla parte metallica dei giunti, che lateralmente al rivestimento della tubazione.
- Non vi devono essere evidenze di bordi sollevati.
- Le superficie deve risultare liscia e priva di evidenti impronte, zone "fredde", bolle, punture, fori o qualsiasi segno di bruciatura. Non vi deve essere evidenza alcuna di corpi estranei, eventualmente rimasti intrappolati nel sottostante adesivo.
- La sovrapposizione risultante sul rivestimento di linea adiacente ai giunti, deve essere minimo 100 mm.
- Alle estremità si deve notare la fuoriuscita di cordoni di mastice su tutta la circonferenza.

I rivestimenti, dopo il ripristino dei giunti, dovranno essere controllati a cura e spese dell'Appaltatore mediante apparecchio rivelatore, e le tubazioni asciutte dovranno risultare isolate ad una scarica di almeno 15 kV.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di accertare con proprio apparecchio il grado di efficienza dell'isolamento.

Nessuna tubazione potrà essere posata senza il controllo dell'isolamento da parte della Direzione Lavori.

Qualora si riscontrassero deficienze, è facoltà della Direzione Lavori richiedere, oltre alle riparazioni, il controllo di tutti i rivestimenti non precedentemente verificati, anche se ciò può comportare particolari oneri all'Appaltatore (scavi, sollevamenti della tubazione, ecc.).

Posa in opera delle condotte

Dopo la verifica del rivestimento, si procederà alla posa in opera delle tubazioni sul fondo dello scavo. Il lavoro dovrà essere effettuato con sufficienti ed idonei mezzi di opera per il sollevamento e la posa delle condotte, onde evitare deformazioni plastiche della tubazione e guasti al rivestimento.

Non si procederà alla posa, se il fondo dello scavo non sarà perfettamente pulito. Si dovrà evitare che i tronchi di tubazioni striscino sul terreno o contro le pareti dello scavo.

In vicinanza di altri servizi del sottosuolo, si inseriranno idonei spessori isolanti, o guaine, forniti dall'Azienda, secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

Posa in opera di raccordi, apparecchi ed accessori di linea

I raccordi, apparecchi, ed accessori di linea (curve, valvole, giunti dielettrici, ecc.) verranno saldati di testa alle tubazioni, oppure collegati con flange e potranno essere interrati oppure collocati entro camerette ispezionabili a secondo delle prescrizioni di progetto.

L'assemblaggio di gruppi di raccordi, apparecchi, ed accessori (tee con valvole, ecc.) può avvenire anche fuori scavo a scelta dell'Appaltatore ed in accordo con la D.L..

Salvo contraria esplicita disposizione della Direzione Lavori, verranno inseriti nella rete dopo il collaudo in opera a tronchi della stessa e prima del collaudo finale.

Il montaggio di raccordi, apparecchi, ed accessori di linea dovrà essere fatto con particolare cura, in modo speciale occorrerà garantirsi della perfetta coassialità e del giusto accoppiamento delle superfici di contatto.

Nel caso in cui i raccordi, apparecchi, ed accessori di linea vengano posati in cameretta ispezionabile, le saldature di collegamento dovranno cadere all'interno della cameretta stessa.

La Direzione lavori ha la facoltà di stabilire, in ogni caso, il tipo di giunto, di volta in volta da adottare per il collegamento delle apparecchiature alle tubazioni in uso per quel determinato lavoro.

A montaggio avvenuto i raccordi, apparecchi ed accessori, vanno comunque adeguatamente protetti dalla corrosione, con prodotti idonei ed approvati dalla D.L..

5.6 Posa di tubi e manufatti in cemento per fognature.

Norme generali

Per la movimentazione e la posa dei tubi e manufatti in cemento per fognature, l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alla normativa tecnica per le tubazioni approvata con D.M. 12/12/1985, e successive modifiche o integrazioni, nonché alle prescrizioni del presente Capitolato.

Movimentazione

Il trasporto delle tubazioni e dei manufatti (pozzetti) dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Fornitrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabilite dal Codice della Strada.

Posa in opera

La posa in opera dei tubi in cemento e dei manufatti va effettuata realizzando sul fondo dello scavo una base d'appoggio continua in cls di classe 250 spessore minimo 10 cm., di dimensioni previste dagli elaborati di progetto, e con realizzazione degli eventuali rinfianchi, qualora previsti dal calcolatore statico.

La giunzione delle tubazioni dovrà essere realizzata esclusivamente mediante le apposite apparecchiature previste dal costruttore, idrauliche o manuali, di tiro.

Dovranno essere controllate le livellette di posa rispettando il profilo altimetrico di progetto. A tal fine l'Appaltatore, oltre ad effettuare il controllo delle livellette durante la posa in opera, dovrà mettere a disposizione della Committente una attrezzatura per l'ispezione televisiva interna delle condotte, dotata di clinometro, con tutti i relativi accessori e personale specializzato, per il controllo su tratte di condotta già posate a scelta della D.L..

Il rinfiancio ed il ricoprimento definitivo dei tubi, e dei manufatti, dovrà rispettare le corrispondenti norme relative ai carichi previsti (stradali, ecc..) e dovrà essere effettuato con le modalità previste in progetto.

5.7 Posa di tubi e manufatti in cemento in genere.

Per la posa in opera di tubi di cemento per ripristino rifacimento o sifonamenti di fogne valgono le prescrizioni dell'Art. IV.8, comma c) riguardanti le caratteristiche dei tubi e manufatti, oltre a quanto segue.

Si procede all'esecuzione del massetto di sottosuolo con calcestruzzo a ql. 2 di cemento Portland normale, di larghezza adeguata al diametro delle tubazioni, e di spessore non inferiore a cm 10.

Si posano poi le tubazioni predisposte a fianco dello scavo.

I tubi verranno posati, nel rispetto delle pendenze originarie.

Le giunzioni delle tubazioni vengono eseguite, dopo pulizia e bagnatura delle superfici, distendendo sull'orlo del tubo una sufficiente quantità di impasto di solo cemento, innestando quindi il tubo successivo e sigillando poi, sempre con impasto di solo cemento, in modo da formare un conveniente anello di guarnizione.

Viene poi eseguito il getto del rinfiancio con calcestruzzo dosato a ql. 2,50 di cemento Portland normale.

Il rinfiancio dovrà garantire uno spessore minimo intorno al tubo di cm 8.

L'innesto delle tubazioni nei pozzetti dovrà essere particolarmente curato, in modo da ottenere la perfetta adesione e tenuta fra l'esterno del tubo e la parete del pozzetto, accertando l'assoluta assenza di vuoti, cavità o fessurazioni.

5.8 Posa in opera di tubazioni in polietilene

Prima della posa delle tubazioni si dovrà avere cura di pulire il fondo dello scavo da tutti i materiali solidi (pietrami, sassi, ecc.) che possano provocare danni al tubo. Il bordo dello scavo deve essere pulito in modo che nelle operazioni di posa nella trincea di materiale che possa danneggiare il tubo.

Il tubo non deve essere "tirato" sul terreno ma svolto evitando gli sfregamenti; può essere però tirato qualora si usino dei rulli di scorrimento che tengano sollevato il tubo dal terreno evitando l'attrito di sfregamento.

Il collegamento dei vari tronchi, per $\varnothing \geq 2"$, avverrà tramite giunzione mediante elettrofusione o saldatura con termoelemento per polifusione del tipo a testa/testa.

Giunzione mediante elettrofusione

La giunzione avviene mediante manicotto o pezzi speciali (TEE, gomiti, giunti di transizione) predisposti per l'elettrofusione e dovrà essere eseguita secondo le fasi sotto descritte dettagliatamente:

- preparazione: taglio dei tubi in squadra, marcatura del tubo da raschiare, rimozione dello strato di PE ossidato nella zona di elettrofusione mediante l'uso di idoneo raschiatore (no carta abrasiva), pulizia con apposito prodotto detergente, e successiva asciugatura; marcatura sul tubo della profondità di battuta; estrazione del raccordo dal sacchetto, inserimento del raccordo a battuta e suo bloccaggio con appositi posizionatori.
- Saldatura: collegamento dei terminali della saldatrice al raccordo (terminale rosso/spinotto rosso, terminale nero/spinotto nero), accensione e attesa del fine ciclo saldatura; successivo sbloccaggio del posizionatore.
- Verifiche: verifica del corretto allineamento e la profondità di inserimento controllando che non vi sia fuoriuscita di materiale fuso tra tubo e raccordo.

Saldatura testa a testa

La saldatura con termoelemento per polifusione testa/testa dovrà essere eseguita secondo le fasi sotto descritte dettagliatamente:

- Preparazione: fresatura – spianatura delle teste dei tubi/raccordi da saldare utilizzando apposita fresa; controllo del parallelismo dei piani di saldatura e del posizionamento coassiale delle due parti.
- Riscaldamento in pressione: le superfici da saldare sono premute a contatto del termoelemento con una pressione tale a quella di saldatura.
- Riscaldamento senza pressione: la pressione viene ridotta a valori prossimi allo zero, e prosegue il riscaldamento delle teste a contatto del termoelemento.
- Riduzione del termoelemento: allontanamento delle teste, rimozione del termoelemento e successivo accoppiamento delle superfici da saldare. L'operazione deve essere eseguita il più rapidamente possibile.

- Saldatura in pressione: la giunzione eseguita viene mantenuta alla pressione di saldatura per un tempo variabile in dipendenza del diametro e dello spessore.
- Raffreddamento: la pressione di saldatura viene annullata ed i pezzi saldati vengono liberati dalle ganasce e prima di sollecitare la giunzione attendere un tempo di sicurezza.

L'esecuzione della saldatura deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto ed al riparo da agenti atmosferici sfavorevoli (umidità, correnti d'aria e temperature a 0° C e superiori a + 45° C.). Ove ciò non fosse possibile è indispensabile adottare opportuni accorgimenti atti a proteggere la zona di saldatura.

- Prefazione: di fondamentale importanza per la qualità della giunzione è la preparazione ed il posizionamento delle superfici da saldare. I tubi/raccordi vanno posizionati in modo che il disassamento massimo non superi il 10% del loro spessore, e in caso, si può ovviare agendo sui sistemi di fissaggio delle ganasce o facendo ruotare i tubi fino a quando non si presenti la condizione di accoppiamento migliore. Le teste dei tubi/raccordi vanno quindi spianate mediante fresa. La fresatura si può ritenere sufficiente quando il truciolo prodotto è continuo da entrambi i lati. Al termine dell'operazione, dopo avere tolto la fresa, si portano a confronto le teste e si verifica che l'eventuale distacco non superi lo 0,2 del diametro del tubo/raccordo. Se non sussiste tale condizione, la fresatura deve essere ripetuta. Nella pratica di cantiere è necessaria un'ulteriore pulizia dei bordi con detergente per togliere le eventuali tracce residue di unto o polvere.
- Riscaldamento in pressione: il termoelemento, necessario al riscaldamento delle parti, deve garantire una temperatura costante distribuita su tutta la superficie. I valori di temperatura costante distribuita su tutta la superficie. I valori di temperatura, regolati mediante termostato valgono 210+5° C per $s > 10$ mm. E vanno verificati periodicamente dall'operatore. Le due superfici da saldare sono premute a contatto del termoelemento con una pressione che assume valori diversi al variare del diametro e dello spessore dei tubi/raccordi. La giunzione in polietilene abbisogna di una forza di accoppiamento di 0,15 N/mm². La fase di riscaldamento in pressione ha termine, non appena compare sul bordo delle due parti da saldare, un anello di materiale fuso, la cui altezza varia con lo spessore dei tubi (massimo 2 mm).
- Riscaldamento senza pressione: la comparsa dell'anello che avviene in tempi relativamente brevi, indica che il materiale ha iniziato il processo di fusione. A questo punto, la pressione deve essere ridotta per non spingere all'esterno la materia fusa, che mancando al momento dell'accoppiamento, pregiudicherebbe una perfetta giunzione (saldatura fredda). La pressione deve quindi passare a 0,02 N/mm². Se il procedimento è corretto, durante questa fase, il riscaldamento delle superfici prosegue senza incrementare il sovrasspessore (per un tempo desumibile dalle tabelle di saldatura).
- Rimozione del termoelemento: allo scadere del tempo di riscaldamento le parti vanno allontanate per permettere la rimozione del termoelemento, e quindi riaccoppiate eseguendo la giunzione. Questa fase risulta particolarmente delicata in quanto la velocità di allontanamento e di riavvicinamento deve essere tale da non causare il raffreddamento delle parti; al tempo stesso però nel porre a contatto i due lembi si dovrà ridurre la velocità in modo da ottenere un appoggio che non comporti la brusca fuoriuscita di materiale fuso. Ciò consente alle due parti di mescolarsi correttamente ed evita la formazione di zone fredde all'interno della giunzione. L'intera operazione sarà tanto più veloce quanto minore è lo spessore dei tubi/raccordi e deve essere completata in un tempo pari ad 1 secondo per ogni mm di spessore..
- Saldatura in pressione: ad appoggio avvenuto, la pressione viene riportata al valore iniziale uguale a quello di riscaldamento, che in questa fase assume il carattere di pressione di saldatura. La manovra corretta sarà graduale, senza soste o sbalzi repentini e completata in un tempo dato dalla relazione $t = 3 \text{ min.} + \text{spessore in mm}$. Qualora si superi accidentalmente il valore di pressione stabilito, è assolutamente vietato un abbassamento successivo che comporterebbe uno sforzo di decompressione a danno della giunzione. Al raggiungimento della pressione di saldatura, si ottiene la formazione di un cordone di altezza variabile a secondo dello spessore del tubo. La pressione di saldatura va mantenuta per un tempo minimo dettato dalle tabelle di saldatura, al termine del quale la temperatura nella zona di saldatura passa dai 220° C iniziali a circa 70° C.
- Raffreddamento: allo scadere del tempo di cui sopra la pressione viene annullata e la giunzione liberata dalle ganasce. E' però buona norma attendere un ulteriore periodo di tempo prima di sollecitarla. Tale tempo non deve essere mai inferiore a 1,5 volte lo spessore del tubo/raccordo (tempo di sicurezza). Il raffreddamento non deve assolutamente essere accelerato mediante acqua, aria compressa o altri agenti. Le tabelle, che raccolgono i parametri necessari alla saldatura (spessori, tempi, pressioni), devono essere fornite dal costruttore della macchina saldatrice e sono specifiche per ogni apparecchiatura. Esse indicano i valori relativi ai diversi diametri saldabili ed alle diverse classi di pressione PN/S di conseguenza i dati di temperature e pressioni sopracitati sono puramente indicativi.
- Requisiti all'addetto saldatore: vista la fondamentale importanza nelle saldature, non solo della qualità delle attrezzature e dei materiali, ma soprattutto della preparazione e qualifica del personale addetto ed in particolare modo per quello della saldatura testa a testa, si richiede come da Normativa nazionale una abilitazione alla qualifica di saldatore in polietilene come da norma UNI 9737.

5.9 Posa in opera delle apparecchiature per tubazioni gas e acqua.

Tutte le apparecchiature previste lungo le condotte gas e acqua saranno collegate alle tubazioni tramite i raccordi prescritti, in relazione al materiale costituente le condotte, ed alle modalità di posa delle condotte del presente Capitolato.

La posa in opera degli accessori e delle apparecchiature per acqua potabile (parimenti a quella dei serbatoi di stoccaggio realizzati con altri materiali) dovrà essere inoltre conforme a quanto previsto dalle norme tecniche di cui al D.M. Sanità 26/03/1991 – Allegato 2 e successive modifiche ed integrazioni, alle norme tecniche generali di cui all'art. 2 della Legge n. 319 del 05/10/1976 (come successivamente aggiornato) ed in particolare a quanto prescritto all'allegato n. 3 della Delibera del Comitato del Ministero dei Lavori Pubblici del 04/02/1977 pubblicata nel supp. ord. della G. U. n. 48 del 21/02/1977, e successive modificazioni ed integrazioni.

La Direzione Lavori ha la facoltà di stabilire in ogni caso il tipo di giunto di volta in volta da adottare per il collegamento delle apparecchiature alle tubazioni in uso per quel determinato lavoro.

5.10 Montaggio meccanico di posti di decompressione alimentati da rete in media pressione.

Nelle cabine o camerette interrate e/o fuori terra, l'Appaltatore dovrà montare le apparecchiature per decompressione o regolazione quali i riduttori, le valvole, le saracinesche, le guardie idrauliche, gli apparecchi di controllo, secondo gli schemi di progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere anche alla costruzione degli accessori metallici e della carpenteria, unitamente alla esecuzione delle opere murarie per il fissaggio di zanche lungo le pareti a sostegno delle apparecchiature, come pure la foratura ed il ripristino dei muri, a tenuta d'acqua, per il passaggio di tubazioni e la formazione dei basamenti in calcestruzzo e mattoni per le apparecchiature.

Dopo il montaggio di tutti i pezzi, si procederà ad un collaudo generale, alla pressione che sarà indicata dalla Direzione Lavori.

5.11 Posa di cavo per protezione elettrica, impianti elettrici e telecontrollo.

Il cavo verrà posato nello stesso scavo della tubazione e valgono, per quanto attinenti, le modalità stabilite alla voce scavi.

In particolare l'Appaltatore dovrà curare che durante la posa il cavo non subisca sollecitazione o deformazioni tali da comprometterne l'integrità. Per evitare i danni che potrebbero derivare dall'assestamento del terreno, il cavo stesso dovrà essere adagiato nello scavo, con andamento leggermente sinuoso.

Per gli attraversamenti aerei, e in sottopasso di strada, ferro-tramvie, canali, fiumi e dovunque particolari esigenze lo richiedano, il cavo sarà inserito entro una propria tubazione di protezione, secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

5.12 Collaudi delle condotte.

Il collaudo delle condotte, inteso come prova di tenuta delle tubazioni, viene normalmente effettuato a lavori ultimati, in tratte stabilite dalla D.L., e prima del loro collegamento alle reti già esistenti, in conformità a quanto prescritto dal D.M. 12/12/85, nonché da specifiche prescrizioni dipendenti dal tipo di condotta ed dal materiale di cui è costituita. La D.L. a suo insindacabile giudizio può richiedere prove su tratte minori, anche sulla produzione giornaliera, ogni qualvolta lo ritenga necessario, senza che l'Appaltatore abbia diritto a maggiori compensi.

Le prove interesseranno sia la condotta che tutte le apparecchiature, raccordi, e quant'altro faccia parte integrante dell'opera, e per i quali non sia stato prescritto il collaudo in forma separata e diversa da quello della condotta stessa. Detti pezzi, nonché le flange, le guarnizioni, gli organi di intercettazione, e qualsiasi altro elemento sottoposto a collaudo, dovranno essere idonei a sopportare la pressione di prova e tali da assicurare la perfetta tenuta.

L'Appaltatore, essendo strettamente obbligato ad eseguire il più presto possibile le prove dei tronchi di condotta posata, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Ove previsto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio, in modo da consentire le operazioni di collaudo non appena scaduti i termini della stagionatura delle murature avanti dette.

Tutti i danni per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Azienda.

Dovrà quindi provvedere ai compressori d'aria, alle pompe, all'acqua necessaria per le prove, alle testate di prova, ai rubinetti, ai raccordi, alle guarnizioni, nonché ai manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale (manometri, termometri, manotermografi, tarometri, ecc.). L'Azienda si riserva di far montare eventuali apparecchi a controllo di quelli forniti dall'Appaltatore.

Saranno inoltre effettuati a cura e spese dell'Appaltatore il rinterro parziale della condotta per consentire il controllo a vista dei giunti, ove previsto, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti alle sbadacchiature ed ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a spostamenti e/o danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

L'Appaltatore dovrà concordare la data del collaudo ed i tempi di esecuzione con la D.L..

Qualora l'Azienda non invii in tempo utile il proprio rappresentante, a presenziare a tutte le operazioni di collaudo, l'Appaltatore potrà procedere anche in sua assenza, se espressamente autorizzato dal Direttore dei Lavori. In tale caso dovrà rilasciare, al termine delle operazioni stesse, regolare certificato da cui risulti l'esito positivo dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che sono state eseguite in conformità alle prescrizioni. Fermo restando il diritto dell'Azienda di eseguire in secondo tempo qualsiasi prova.

Il collegamento tra manografo registratore e tubazione dovrà essere diretto e senza interposizione di organi di intercettazione che non siano sigillati dalla Direzione dei Lavori in posizione di apertura.

Prima di iniziare la prova si controllerà l'azzeramento dello strumento registratore e, sulla carta diagrammale, si segnerà la data, l'ora d'inizio nonché la firma del Direttore dei Lavori responsabile della prova. Lo strumento dovrà rimanere chiuso e sigillato, a cura della Direzione Lavori, per tutta la durata della prova. Sulla registrazione dovrà risultare il tratto in salita del diagramma.

Le prove di tenuta dovranno corrispondere ai parametri fissati dal presente Capitolato, in base al tipo di condotta ed al materiale di cui è costituita.

Qualora la prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, l'Appaltatore dovrà curare la ricerca delle perdite, il reperimento e la loro eliminazione, mediante opportuni sezionamenti della tubazione da effettuarsi in accordo con la Direzione Lavori o con l'ausilio di strumenti ad ultrasuoni atti allo scopo. Dopodiché la prova deve essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, anche nel caso di forniture dirette da parte dell'Azienda, in quanto l'Appaltatore, con l'accettazione dei materiali al momento della consegna, si rende responsabile della loro integrità ed idoneità.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai risultati del grafico del manometro registratore, e dalle eventuali prescrizioni specifiche per la condotta da collaudare.

Eseguita la prova con esito favorevole, la tubazione dovrà essere scaricata, sul diagramma dovrà risultare il tratto discendente e dovrà essere segnata la data e l'ora della fine della prova, dopodiché, nel caso di collaudo a giunti scoperti, si procederà al definitivo rinterro della tubazione rispettando le modalità previste per il tipo di tubazione in oggetto, se non esplicitamente stabilito si procederà secondo il dettato dell'Art. V.13 del presente Capitolato (rinterri delle tubazioni).

Terminata la prova con esito positivo, si dovrà redigere il verbale di collaudo, che dovrà contenere tutte le indicazioni necessarie per individuare il tratto di tubazione (località, diametro, lunghezza, eventuali riferimenti topografici, ecc.) e i dati relativi alla prova (data e ora di inizio e di fine, pressione iniziale e finale, dati relativi agli strumenti indicatori e registratori utilizzati e alla relativa documentazione allegata, esito della prova). Il verbale dovrà essere firmato dai rappresentanti dell'Azienda e dell'Appaltatore che hanno assistito alla prova e comunque, dal Direttore dei Lavori. Le stesse firme dovranno comparire sul diagramma registrato delle pressioni, allegato al verbale.

L'Appaltatore rimane comunque responsabile di eventuali anomalie che si manifestino a carico della condotta fino al collaudo tecnico - amministrativo della stessa, essendo tenuto ad eseguire tutte le riparazioni e gli interventi che si rendessero necessari in fase di collegamento della condotta e di esercizio fino alla predetta consegna finale.

Eventuali varianti alle modalità della prova di tenuta dovranno essere disposte per iscritto dalla Direzione Lavori, in particolare il Direttore dei Lavori potrà modificare le modalità di prova delle condotte sopradescritte, eventualmente abbreviandone la durata, in presenza di particolari situazioni esigenze di viabilità o di condotte ordinarie poco sollecitate in condizioni di esercizio.

Condotte idriche

Le prove di tenuta dovranno corrispondere ai parametri fissati dal D.M. 12/12/1985, dal D.M. n. 2445 del 23/02/1971 (Norme tecniche per gli attraversamenti e parallelismi di tubazioni e canali, convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto), nonché da quelli fissati dal presente Capitolato.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti debbono risultare puliti ed asciutti perfettamente.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorché buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

Prove di tenuta delle condotte in acciaio

La prova viene eseguita con acqua alla pressione di 10 bar per 6 ore, e sarà ritenuta valida se non si verifica alcuna perdita di pressione durante la prova.

Oltre alle prove di tenuta sopradescritte dovrà essere verificata, a spese dell'Appaltatore, la rispondenza a quanto prescritto dall'Art. V.14 "Prove di isolamento elettrico".

Le condotte non saranno collaudate positivamente se non sono verificate tutte le condizioni sopra riportate.

Condotte di fognatura

Prove di tenuta delle fognature a gravità

Le fognature a gravità saranno collaudate ad acqua alle pressioni ed alle modalità prescritte dal D.M. 12/12/1985, ed alle modalità eventualmente previste dalle normative specifiche per il materiale costituente la condotta.

Il collaudo delle fognature a gravità in PVC verrà effettuato secondo le modalità previste al Capitolo 9 delle raccomandazioni IIP sulla installazione delle fognature in PVC (Pubblicazione n. 3 di novembre 1984).

Prove di tenuta fognature in PVC

La prova viene eseguita a giunti scoperti, su tratte di lunghezza stabilita dalla D.L., con acqua alla pressione di 10 bar per 2 ore e sarà ritenuta valida se:

- dall'esame a vista dei giunti non risultino perdite;
- la quantità di acqua da immettere in condotta dopo la durata della prova in pressione per riportarla al valore iniziale sia inferiore a quella determinata dalla formula seguente:

$$L = 2 * \frac{S * D * P}{600.000}$$

Dove:

L=volume ammissibile di acqua in litri,
S = lunghezza tratta in metri,
D = diametro tubazione in mm,
P = pressione di collaudo in bar.

Le condotte non saranno collaudate positivamente se non sono verificate tutte le condizioni sopra riportate.

Prove di tenuta dei pozzetti

La prova di tenuta si limita alla verifica della stazionarietà dell'acqua, riempiendo il pozzetto con acqua, per un intervallo di tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

Prove di tenuta delle condotte in polietilene

La prova di collaudo dovranno essere eseguite di regola con la procedura prevista dalle norme CEN/TC 155 System Standard 20.

In alternativa al collaudo con il procedimento di cui alle suddette norme, la D.L. si può disporre il collaudo con acqua alla pressione di 10 bar per 2 ore, e sarà ritenuta valida se non si verifica alcuna perdita di pressione durante la prova.

5.13 Rinterri delle tubazioni.

Le trincee aperte per le condutture saranno riempite dopo aver posato i tubi e dopo che siano state eseguite, con buon esito, le prove di pressione.

Per il riempimento si adopereranno i materiali, riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, provenienti dagli scavi che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito, qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse.

Il rinterro di un dato tronco di conduttura si effettua eseguendo un primo strato di ricoprimento, fino ad una altezza di trenta centimetri sulla generatrice superiore del tubo, adoperando materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia, senza erbe, frasche, ecc..

Il riempimento successivo, da eseguirsi appena ultimato e costipato il primo strato anzidetto, sarà eseguito anch'esso, per strati successivi di altezza non maggiore di cm 25, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzeranga o con apparecchio costipatore meccanico, fino a superare il piano campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 10, questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, in guisa da evitare, col loro getto alla rinfusa, il danneggiamento dei tubi.

Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute anche se dovranno essere trasportati da siti più lontani.

E' vietato l'impiego, per i rinterri, di materie impregnate di liquami cloacali o di residui industriali e comunque non libere da sostanze estranee al terreno.

L'Appaltatore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie prodotte alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro.

Per condotte posate in campagna in nessun caso il rinterro dovrà risultare inferiore a m 1,00 dalla generatrice superiore della tubazione; per condotte posate sotto pavimentazione stradale a tale altezza minima di rinterro andrà dedotto lo spessore della pavimentazione stessa. In ogni caso se per raggiungere l'altezza di ricoprimento non bastasse il materiale scavato e depositato

lateralmente, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali ovvero a prelevarle da cave di prestito.

Se per ricoprire adeguatamente le condotte, occorresse spingere il rilevato al di sopra del piano naturale di campagna, questo sarà sagomato a sezione trapezoidale con scarpe ben profilate, di adatta inclinazione, secondo le prescrizioni che saranno impartite all'atto pratico dalla Direzione Lavori.

Se, anche dopo aver raggiunto la minima altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo, restasse ancora del materiale, questo - ad eccezione di quanto possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi - dovrà essere rimosso, a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

5.14 Prove di isolamento elettrico.

Nella costruzione della rete l'Appaltatore dovrà curare l'isolamento elettrico delle tubazioni in acciaio posate. In particolare dovrà eseguire:

- Il corretto ripristino delle giunzioni saldate onde garantire un grado di isolamento superiore a 15 kV,
- l'inserzione del materiale isolante negli eventuali incroci o vicini parallelismi con altre strutture metalliche del sottosuolo.

Ad impianto completato, allorché la condotta gas (o acqua) sia stata reinterrata in tutte le sue parti, si provvederà ad eseguire la misura della corrente assorbita per mantenere il potenziale reale (Voff) della tubazione ad un valore uguale od inferiore a -1 V (elettrodo di riferimento Cu/CuSO₄). Questa non potrà essere superiore a 0,5 mA/mq.. Inoltre si dovrà misurare la resistenza di isolamento verso terra, la quale non potrà essere inferiore a 10.000 Ohm*mq..

Tali prove verranno effettuate dall'Azienda mediante proprio personale, oppure attraverso ditte specializzate appositamente incaricate dall'Azienda. Le prove di isolamento dovranno essere conformi a quanto riportato nella norma UNI 9782 punto 4.3.1.

Nel caso in cui la verifica dell'isolamento verso terra dia esito negativo (valori di Rs inferiori a 10.000 Ohm*mq., e corrente dispersa superiore a 0,5 mA/mq.) l'Appaltatore è tenuto ad adottare, a sue spese, tutti i provvedimenti atti ad individuare e correggere i difetti di isolamento.

Qualora ad una successiva verifica non si riscontrino i valori ammessi, l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di una centralina di protezione catodica ed alla corresponsione all'Azienda di tutti i maggiori oneri che essa dovrà sostenere per i difetti di protezione, nelle modalità prescritte dalla D.L..

In corrispondenza di attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie, o tranviarie, per cui sia stato imposto l'adozione di una guaina protettiva alle condotte, si dovrà verificare che la resistenza di isolamento fra tubo e camicia sia superiore o uguale a 1 MOhm.. Tale misura va rilevata prima di avere effettuato il collegamento del tratto in attraversamento alla condotta, nonché prima di effettuare i rinterri.

6. CAPO VI – SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO ELETTRICO

6.1 Generalità

6.1.1 Campo di Applicazione

La presente specifica definisce le caratteristiche fondamentali dei componenti degli impianti elettrici, relativi agli impianti trattamento acque.

Il progetto allegato definisce le linee guida da rispettare per la loro realizzazione, affinché siano garantite le prestazioni richieste.

E' compito dell'Appaltatore procedere alla loro progettazione esecutiva, selezione e approvvigionamento dei componenti costruzione, collaudo e avviamento in accordo alle specifiche generali riportate di seguito.

Per i singoli componenti dovranno essere applicate le disposizioni normative e legislative riportate nei rispettivi paragrafi.

Anche se non espressamente indicato, dovranno essere rispettate le norme e le leggi vigenti al momento della definizione dell'appalto, e in particolare:

- Norme emanate dal CEI; in particolare CEI 64.8 CEI 11.8 CEI 11.17 e CEI 11.1
- Direttiva comunitaria 93/68/EEC "Bassa Tensione" CEI 20.22 CEI 70.1
- Direttiva comunitaria 89/336/EEC "Direttiva EMC"
- DM 37/2008

6.1.2 Condizioni ambientali

Tutti i componenti dovranno essere idonei per installazione entro impianti trattamento acque, all'aperto o al chiuso secondo quanto indicato nel progetto e con i gradi di protezione meccanica specificati di seguito, alle seguenti condizioni di riferimento:

Temperatura massima	+ 40°C
Temperatura minima	- 20°C
Umidità relativa a 20°C	90%
Altitudine sul livello del mare	< 1000 m

Il funzionamento degli impianti e i relativi componenti dovranno essere garantiti per un periodo di 24 mesi dal collaudo di accettazione.

6.2 Quadri elettrici media tensione

6.2.1 Generalità

6.2.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, prove di collaudo, spedizione e montaggio dei quadri elettrici media tensione.

6.2.1.2 Norme

1 quadri e relativi componenti dovranno essere rispondenti alle norme CEI in vigore alla definizione dell'appalto, ed in particolare alla CEI 11-18 (tab. 2.1.03), alla CEI 17-6 e alla CEI 17-1 per gli interruttori. Si farà inoltre riferimento alla norma IEC298.

1 quadri e componenti dovranno inoltre essere rispondenti alle norme e disposizioni di legge in vigore alla data di definizione dell'appalto, in quanto applicabili.

6.2.1.3 Garanzia

Il Fornitore garantirà che i quadri e tutte le apparecchiature siano esenti da ogni difetto o imperfezione ed in grado di funzionare correttamente, fornendo le prestazioni nominali, secondo i valori specificati, nei limiti delle tolleranze consentite dalle norme di costruzione adottate.

6.2.2 **Caratteristiche Costruttive**

6.2.2.1 Caratteristiche Generali

I quadri saranno di tipo chiuso, protetti contro l'ingresso di polvere, di corpi estranei e di animali ed eventualmente provvisti di aperture di ventilazione debitamente schermate, con grado di protezione meccanica IP-30 a portelle chiuse e IP-20 con quadro aperto.

Le porte e le aperture saranno dotate di guarnizioni di materiale antinvecchiante e resistente alla corrosione.

I quadri saranno costituiti da un insieme continuo di pannelli verticali prefabbricati, autoportanti. Ciascun pannello sarà formato da una struttura metallica completamente chiusa, autoportante, rigida e indeformabile, costituita da lamiera pressopiegata e profilati in acciaio, o lamiere rinforzate, saldate e imbullonate. 1 vari pannelli saranno accoppiati mediante bulloni. Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 2,5 mm.

Le lamiere dovranno essere opportunamente rinforzate in modo tale che per interventi automatici, manovre di apparecchiature, operazioni di inserzione o disinserzione, non si verifichino vibrazioni in grado di determinare interventi intempestivi o compromettere il corretto funzionamento dei vari organi.

I quadri potranno essere sollevati a mezzo degli opportuni golfari predisposti, senza che si verifichino deformazioni, e potranno essere rimossi mediante scorrimento su rulli o tubi.

I quadri dovranno essere facilmente ampliabili da entrambe le estremità.

Essi potranno essere del tipo blindato e certificati all'arco interno oppure del tipo protetto.

6.2.2.2 Accessibilità e segregazione delle apparecchiature

Ciascuna unità funzionale sarà suddivisa nelle seguenti celle tra loro segregate mediante diaframmi metallici (si dovrà in particolare realizzare la segregazione tra interruttori o sezionatori):

- strumenti relè e ausiliari;
- sbarre;
- terminali dei cavi;
- trasformatori di tensione.

La segregazione sarà realizzata in modo da permettere quanto segue:

- l'accesso alla cella interruttore escludendo ogni possibilità di contatto con le sbarre o con altre parti fisse in tensione; a tale scopo saranno previste serrande azionate meccanicamente dal movimento di traslazione dell'interruttore;
- La completa inaccessibilità delle sbarre.
- L'accesso alla cella strumenti, relè e morsettiere ausiliarie escludendo ogni possibilità di contatto con altre parti in tensione.
- La possibilità di eseguire, in condizioni di sicurezza, il collegamento o la disconnessione dei cavi in un pannello con tutto il resto del quadro in regolare servizio.

In generale le compartimentazioni interne dovranno essere realizzate al fine di contenere, per quanto possibile, la propagazione dell'arco e delle sue manifestazioni.

Indipendentemente dalla tipologia del quadro, quando questo è suddiviso in due sezioni, un guasto che si verifichi in qualunque scomparto di un semiquadro, non deve determinare conseguenza alcuna nell'altro.

In caso di quadri di tipo blindato certificato all'arco interno, oltre a quanto sopra, dovranno soddisfare a tutti i criteri previsti dalle norme IEC. Inoltre un guasto di durata fino a 150 msec che si verifichi nel comparto interruttore, nel comparto cavi, o in quello di arrivo, non dovrà determinare conseguenze nel vano sbarre e nelle unità funzionali adiacenti, con riferimento al livello di guasto specifico del quadro.

Gli interruttori saranno accessibili dal fronte del quadro mediante l'apertura di porte incernierate e dotate di maniglia e serratura a chiave. Le celle strumenti ed ausiliari saranno parimenti accessibili dal fronte mediante portelle incernierate e dotate di serratura. Tutte le altre apparecchiature saranno accessibili mediante porte o lamiere imbullonate.

6.2.2.3 Requisiti di sicurezza ed interblocchi

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno. Tutte le porte e portelle saranno dotate di serratura a chiave. La loro messa a terra sarà assicurata da una connessione alla parte fissa realizzata in treccia di rame flessibile.

Gli interruttori saranno dotati di uno schermo metallico frontale e laterale che impedisca l'accesso alle parti attive.

Un apposito dispositivo impedirà la chiusura dei contatti degli interruttori quando questi non siano correttamente nelle posizioni di inserito o estratto. Le diverse posizioni dell'interruttore (inserito, sezionato, estratto) dovranno risultare ben definite, assicurate da opportuni dispositivi di bloccaggio e rese evidenti dall'esterno dei quadri con porta chiusa.

Le manovre di inserzione e disinserzione dovranno essere eseguibili dall'esterno con portella chiusa. La manovra di estrazione sarà impedita con interruttore chiuso.

Gli interruttori dovranno risultare connessi alla sbarra di terra sia nella posizione di inserito sia nella posizione sezionato in prova.

Quando è previsto un sezionatore di terra, la manovra di questo sarà possibile solo con l'interruttore in posizione di estratto, viceversa l'interruttore non potrà essere inserito quando il relativo sezionatore di terra risulti chiuso.

Le posizioni di aperto e chiuso dei sezionatori di terra saranno visibili dall'esterno dei quadri per mezzo di opportuni segnalatori meccanici e direttamente attraverso oblò di ispezione.

L'accesso al vano cavi dovrà risultare impedito se il sezionatore di terra non è nella posizione di chiuso.

I sezionatori di terra saranno dotati di blocco a chiave asportabile per le due posizioni.

La messa a terra delle sbarre, tramite sezionatori o carrelli di messa a terra, dovrà essere impedita da dispositivi meccanici se tutte le alimentazioni non sono sezionate.

Dovrà essere possibile realizzare su indicazioni specifiche interblocchi a chiave con altri organi esterni al quadro.

Dovrà essere realizzata la segregazione automatica delle parti fisse in tensione che alimentano i riduttori di tensione e i relativi fusibili primari montati su carrelli estraibili. La segregazione avverrà con il movimento di traslazione dei carrelli e prima che TV e fusibili risultino accessibili.

Con l'interruttore in posizione di chiuso dovrà essere impedita l'estrazione del connettore dei circuiti ausiliari, e dovrà essere impedita la chiusura dell'interruttore con connettore disinserito.

Nei quadri di tipo protetto dovranno essere previsti opportuni blocchi meccanici tra le posizioni di interruttore e sezionatori.

Quando siano previste sequenze di messa in servizio e fuori servizio, le istruzioni relative saranno riportate su una targa a caratteri indelebili opportunamente fissata con viti.

6.2.2.4 Riscaldatori

Ciascun pannello sarà dotato di resistenza anticondensa capace di mantenere la temperatura interna di circa 5°C al di sopra di quella esterna, con disinserzione automatica a 25°C.

Il sistema di controllo sarà completamente cablato e includerà un interruttore di sezionamento generale e termostati.

I riscaldatori saranno alimentati da una sorgente esterna e saranno ubicati in maniera da non danneggiare i componenti sensibili alla temperatura.

6.2.2.5 Trattamento e Verniciatura

Tutte le parti metalliche dei quadri saranno opportunamente trattate per prevenire la corrosione e contro il decadimento della verniciatura. Il trattamento consisterà in sgrassatura, decapaggio, fosfatizzazione, passivazione e stuccatura.

Verrà quindi applicata una mano di vernice di fondo antiruggine e due mani di finitura a smalto resistente all'olio e all'umidità per l'esterno e una mano di vernice anticondensa all'interno (colore esterno RAL 7030).

Cerniere, viteria, e bullonerie saranno in acciaio inossidabile o cadmate; le parti mobili soggette ad attrito saranno protette con grasso antiruggine.

6.2.2.6 Materiali isolanti

Tutti i materiali isolanti impiegati saranno di tipo autoestinguente e dovranno essere scelti con particolare riferimento alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale e alla traccia.

Le sbarre principali e di derivazione potranno essere rivestite con resina epossidica, le distanze dovranno comunque garantire l'isolamento in aria.

Non dovranno essere utilizzati rivestimenti con guaine termostringenti o altro.

6.2.2.7 Targhe

Per ogni quadro sarà prevista una targa da fissare in alto al centro riportante il contrassegno del quadro. Inoltre su ogni portella sarà fissata una targa riportante il contrassegno della unità relativa.

Il quadro dovrà essere provvisto delle targhe antinfortunistiche indicanti pericolo e i valori di tensione presenti, e delle targhette indicanti il significato delle segnalazioni. Tutte le targhe saranno in laminato plastico con caratteri bianchi su fondo nero e saranno fissate con viti e non con adesivi.

6.2.2.8 Accessori

Per ogni quadro dovrà essere fornito un tappetino in materiale plastico isolante, avente larghezza 1 metro e lunghezza pari alla lunghezza del quadro, da posare sul pavimento per la sicurezza degli operatori

6.2.3 Caratteristiche funzionali

6.2.3.1 Caratteristiche elettriche generali

Il quadro, adatto per la tensione nominale di fornitura energia elettrica, dovrà essere in grado di fornire le sue prestazioni nominali per la tensione max corrispondente, secondo quanto indicato al punto 6.3.

La corrente nominale del quadro sarà sempre riferita alle sbarre principali. Tutti gli elementi del quadro dovranno risultare adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti alle correnti di c.to. c.to. che si possono stabilire per guasti all'interno del quadro o nei circuiti alimentati. In particolare si dovrà considerare:

La corrente efficace simmetrica di c.to. c.to. da calcolare a cura dell'Appaltatore.

Il valore di picco della corrente di c.to. c.to. da assumere pari a 2,5 volte la componente simmetrica.

La corrente ammissibile di breve durata, da assumere almeno pari al valore simmetrico specificato per la durata di un secondo.

6.2.3.2 Sbarre

La sezione delle sbarre principali sarà costante per tutta la sezione del quadro; giunzioni e derivazioni saranno realizzate con bulloni passanti muniti di rondelle elastiche e con superfici di contatto argentate.

Le sbarre potranno essere rivestite in resina epossidica, si preferiscono comunque le sbarre nude, in ogni caso le distanze dovranno essere tali da garantire l'isolamento in aria.

Gli isolatori ed i supporti isolanti saranno studiati per evitare la formazione di scariche superficiali.

Giunti di dilatazione saranno previsti per sbarre di notevole lunghezza.

Le sbarre di derivazione avranno portata non inferiore a quella dell'interruttore collegato.

Le sbarre saranno identificate mediante fasciatura con nastri adesivi colorati secondo le norme applicabili.

6.2.3.3 Impianto di terra del quadro

Sarà prevista una sbarra continua di terra di sezione minima 50x6 mm² di rame; essa si estenderà in tutti i pannelli, collegandoli solidalmente; inoltre dovrà essere accessibile in ciascun pannello per la messa a terra dello schermo o armatura dei cavi.

A ciascuna estremità saranno previsti morsetti per il collegamento con il conduttore di terra di sezione 120 mm².

La messa a terra dell'interruttore durante l'estrazione sarà assicurata per mezzo di una pinza strisciante su un pattino di rame collegato direttamente alla sbarra di terra.

6.2.3.4 Collegamenti di potenza

I collegamenti dei quadri potranno avvenire per mezzo di cavi o di sbarre.

L'arrivo delle sbarre sarà dal basso; il comparto di arrivo avrà dimensioni tali da consentirne il corretto collegamento; le lamiere di ingresso dovranno essere opportunamente sagomate e fissate per i requisiti corrispondenti al grado di protezione meccanica previsto per il quadro.

Le celle dei terminali saranno adeguatamente dimensionate per consentire l'ispezione il tiro e i collegamenti dei cavi.

Opportune staffature sosterranno i terminali ed i cavi che non dovranno essere sottoposti a sforzi di trazione.

Per le lamiere di ingresso vale quanto detto per i condotti sbarre.

Nella cella dovranno normalmente essere montati:

- Il sezionatore di terra (il relativo dispositivo di manovra sarà installato sul fronte);
 - I trasformatori di corrente ;
 - I terminali dei cavi o le connessioni al condotto sbarre;
 - Un complesso di segnalazioni in corrispondenza della manovra del sezionatore di terra per indicare con tre lampade la linea in tensione;
 - Gli eventuali TA toroidali;
 - I derivatori capacitativi fase terra;
 - Un tronchetto di sbarre rimovibile per consentire l'esecuzione delle prove di tensione applicata sui cavi e sul quadro separatamente.
- Sulla porta della cella dovrà essere installata una finestra per consentire la visione della posizione del sezionatore di terra.

6.2.3.5 Circuiti ausiliari

La cella ausiliari sarà ubicata sulla parte frontale superiore dello scomparto e dovrà essere accessibile mediante portella incernierata, messa a terra e dotata di serratura a chiave. Tutti gli strumenti, relè di protezione e segnalazioni dovranno essere fissati sulla portella e visibili dall'esterno.

I circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili di rame rispondenti alle norme CEI 20-22, tensione minima di prova 3KV, sezione minima 1,5 mm² in generale e 2,5 mm² per i circuiti amperometrici , scaldiglie e illuminazione

Ciascun conduttore sarà identificabile alle due estremità mediante anelli di plastica riportanti la numerazione degli schemi.

I conduttori ausiliari saranno fatti passare in canalette o tubi ampiamente dimensionati per consentire aggiunte future di almeno il 50%. I percorsi dovranno essere lontani da parti calde o in tensione.

I collegamenti di terra dei TA e TV saranno realizzati direttamente alla sbarra di terra e non tramite ponticelli.

I circuiti ausiliari faranno capo a morsettiere del tipo a elementi componibili fissati su profilato ed ubicate esclusivamente nelle celle ausiliari; non sono accettati morsetti diversamente posizionati.

Ciascuna morsettiera sarà munita di targa recante il contrassegno indicato sugli schemi. 1 morsetti di collegamento verso l'esterno del quadro dovranno essere raccolti in morsettiera separate e identificate.

1 morsetti saranno in melanina o steatite del tipo antiallentante e saranno contrassegnati in accordo con gli scherni. Per ogni conduttore sarà previsto un singolo morsetto. Le morsettiere avranno un numero di morsetti non inferiore al 130% di quelli occupati.

I morsetti dei circuiti amperometrici saranno cortocircuitabili, i circuiti voltmetrici valvolati, ad eccezione della terra, e quelli di alimentazione o dedicati al telecomando del tipo a coltellino.

Per facilitare i collegamenti, le morsettiere saranno a 45°. I conduttori saranno muniti di capi corda o puntalini rigidi.

6.2.3.6 Indicazioni riportate al sistema di supervisione e controllo

Gli operatori dell'impianto trattamento dovranno avere disponibili in sala controllo, su una pagina video del sistema di supervisione, le seguenti segnalazioni:

Interruttori di arrivo:

- Segnalazione di stato interruttore (aperto/chiuso)
- Segnalazione cumulativa intervento protezioni
- Valore istantaneo tensione (V)
- Valore istantaneo corrente (A)
- Valore istantaneo potenza (KVAR)

Interruttori sulle partenze:

- Segnalazioni di stato interruttore (aperto/chiuso)
- Segnalazione cumulativa intervento protezioni.

6.2.4 **Caratteristiche delle apparecchiature**

6.2.4.1 Interruttori

Gli interruttori saranno di tipo estraibile montati su carrello dotato di ruote. Saranno possibili le seguenti posizioni:

Inserito (circuiti di potenza ed ausiliari inseriti);

In prova (circuiti di potenza disinseriti e ausiliari inseriti);

Sezionato (circuiti di potenza ed ausiliari disinseriti, interruttore vincolatomeccanicamente al quadro);

Estratto (circuiti ausiliari e di potenza disinseriti, interruttore svincolatomeccanicamente dal quadro).

prime tre posizioni devono essere realizzate con portella chiusa.

Gli interruttori devono avere potere di interruzione non inferiore alla corrente simmetrica di c.to c.to calcolata, potere di chiusura non inferiore al valore di picco, e corrente di breve durata non inferiore al valore della corrente di c.to c.to simmetrica.

Gli interruttori saranno sempre corredati di sistema di antipompaggio e liberi di scattare se chiusi su c.to c.to per qualunque posizione del comando.

Gli interruttori aventi le stesse caratteristiche saranno intercambiabili tra loro. Il comando sarà del tipo ad energia accumulata per mezzo di molle di chiusura precaricate da motore. Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura.

Quando sia previsto il comando a distanza saranno previsti relè ausiliari.

Gli interruttori dovranno avere un indicatore meccanico di posizione e un comando locale di apertura/chiusura e carica molle.

6.2.4.2 Sezionatori

Quando previsti, i sezionatori dovranno essere opportunamente dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche prodotte dalle correnti di c.to c.to calcolate.

Dovranno essere previsti opportuni blocchi meccanici con l'interruttore per evitare errori di manovra.

I sezionatori inclusi quelli di messa a terra, dovranno sempre essere dotati di almeno 4 contatti ausiliari (2NA+2NC).

6.2.4.3 Riduttori di corrente e tensione

I riduttori di corrente e tensione saranno del tipo con isolamento in resina epossidica.

I riduttori di tensione saranno sempre montati su carrello estraibile e provvisti di fusibili primari e secondari. Nei sistemi con neutro non francamente a terra, i TV saranno previsti per funzionamento continuo dell'impianto con fase a terra, con tensione pari 1,73 volte la tensione nominale.

La tensione secondaria sarà 100V se collegati tra fase e fase, 100/1,73 se collegati tra fase e terra, 100/3 per avvolgimento a triangolo aperto.

La prestazione sarà sufficiente per l'alimentazione dei carichi sottesi con classe di precisione 0,5.

I riduttori di corrente saranno sempre montati sulla parte fissa e non sull'interruttore. La corrente secondaria sarà normalmente 5A. La prestazione sarà commisurata agli assorbimenti dei carichi collegati. I TA per misure avranno classe di precisione 0,5; quelli per protezioni classe 10P e fattore di sicurezza non inferiore a 10. Il valore della corrente di riscaldamento dei TA sarà pari al 120% della corrente nominale primaria.

6.2.4.4 Rele' di protezione e strumenti

Quando non diversamente specificato i relè saranno di tipo estraibile montati nella cella ausiliari in modo da essere visibili dal fronte del pannello.

I relè saranno muniti di prese di prova mediante alimentazione esterna durante l'esercizio del quadro.

All'atto della estrazione o della prova sarà garantito il corto circuito automatico dei secondari dei TA e l'esclusione del circuito di scatto.

I relè saranno muniti per ogni funzione di segnalatore di intervento visibile dall'esterno.

Gli strumenti saranno del tipo quadrato da incasso montati nelle celle ausiliari e visibili dal fronte del quadro. Gli indicatori saranno di dimensione 96 mm. I contatori di energia saranno montati all'interno delle celle ausiliari e saranno dotati di certificato di prova e morsetti sigillabili se di tipo fiscale.

La classe di precisione degli strumenti non sarà inferiore a 1,5.

Gli amperometri per motori avranno scala ristretta al fondo in modo da permettere la lettura della corrente nominale ad 1/3 della scala e la lettura della corrente di spunto del motore pari a 6 volte la nominale.

I valori di fondo scala dei voltmetri eccederanno di circa il 30% il valore della tensione nominale.

I convertitori di misura saranno posizionati all'interno della cella ausiliari.

6.2.4.5 Dispositivi di comando, segnalazione, ausiliari

Tutti i dispositivi di comando e segnalazione saranno montati sulla portella della cella strumenti.

Per il comando degli interruttori sarà previsto un manipolatore a tre posizioni:

- Zero/aperto/chiuso con posizioni fisse per gli interruttori dei motori;
- Zero/aperto/chiuso con ritorno a molla per i restanti interruttori.

Il selettore locale/distante, quando richiesto, sarà del tipo a chiave. I contatti dovranno essere adatti per una corrente di 5A e protetti da custodie anti - polvere.

Le segnalazioni, i comandi e le misure per il sistema di telecomando, se richieste, dovranno essere ubicate in apposita morsettiera separata. I contatti di segnalazione per il sistema di telecomando saranno realizzati per garantirne una lettura efficace con correnti circolanti di 5mA alimentate da sistema di telecomando alla tensione di 24V.

La Chiuso: lampada rossa;

- Aperto: lampada verde;
- Estratto: lampada bianca.

Le lampade saranno sostituibili dall'interno e saranno dotate di resistenza in serie per ridurre la tensione e per consentire la continuità di servizio anche con portalampade in c.to c.to. La lampada rossa sarà collegata tramite la bobina di apertura in modo da segnalare eventuali interruzioni del circuito di apertura.

I relè ausiliari saranno del tipo estraibile, con morsetti a vite completi di custodia a tenuta di polvere e di tipo standardizzato.

Gli interruttori automatici per la protezione dei circuiti ausiliari saranno del tipo per montaggio sporgente con morsetti anteriori a vite e calotta di protezione.

Ciascun componente sarà dotato di contrassegno in accordo con quanto riportato sugli schemi.

6.2.4.6 Alimentazione circuiti ausiliari

Sarà prevista un'alimentazione esterna per ogni sezione di quadro facente capo ad interruttori automatici di protezione e sezionamento. A protezione dei circuiti di ogni unità funzionale sarà posto un interruttore automatico.

Tutti gli interruttori di protezione circuiti ausiliari saranno dotati di contatto concorde.

Tutti gli interruttori relativi alla stessa alimentazione avranno i contatti ausiliari collegati in serie e cablati su coppie di morsetti per la segnalazione a distanza.

Sarà normalmente prevista un'ulteriore alimentazione esterna per le scaldiglie protetta da apposito interruttore; il circuito interno di ogni pannello potrà essere protetto mediante fusibile.

6.2.5 Accessori

I quadri saranno forniti completi di tutti gli accessori ed attrezzi necessari per l'installazione esercizio e manutenzione.

Per gli interruttori di massa superiore a 25 kg, saranno forniti i carrelli per il trasporto degli interruttori estratti.

Saranno forniti lampade e fusibili di scorta in quantità non inferiore a 4 per tipo e comunque pari al 50% di quelli installati.

6.2.6 Collaudi

Il costruttore del quadro dovrà redigere un certificato, delle prove eseguite contenente tutte le indicazioni necessarie e i risultati delle misure eseguite. I collaudi saranno eseguiti nel rispetto delle norme adottate e comprenderanno almeno quanto indicato di seguito. Alcune prove saranno ripetute sul quadro installato in impianto e completamente collegato secondo quanto previsto al punto 8.

Le prove di accettazione da eseguire su ciascun quadro comprenderanno quanto di seguito elencato:

Controllo a vista della rispondenza alle prescrizioni, ai documenti tecnici contrattuali e della qualità dei materiali e della costruzione.

Prova con tensione a frequenza industriale.

Tale prova andrà effettuata sul quadro con tutti gli interruttori e sezionatori chiusi, tra fase e fase e tra ciascuna fase e massa. La durata della prova e i valori di tensione sono quelli stabiliti dalle norme CEI.

I circuiti ausiliari e di comando saranno provati tra fase e fase e fase e massa con tensione non inferiore a 1500V.

Prove di isolamento con megger per accertare che la resistenza di isolamento di ciascun circuito fase-fase e fase-terra non sia inferiore a 1000 ohm per Volt di tensione nominale.

Prove di funzionamento meccanico per accertare il buon funzionamento dei meccanismi di apertura, chiusura ed estrazione degli interruttori e la corretta funzionalità di tutti gli interblocchi.

Prove di funzionamento elettrico di tutti i circuiti di comando, interblocco e segnalazione.

Prova di funzionamento dei relè di protezione, simulando le condizioni di guasto mediante iniezione delle grandezze ai morsetti secondari dei riduttori, e verifica della loro precisione.

Dovranno inoltre essere consegnati i certificati delle seguenti prove di tipo eseguite presso laboratori ufficiali per una corrente di cortocircuito pari almeno a quella del quadro:

- prova di isolamento con tensione a impulso
- prova di corto circuito
- prova di riscaldamento
- prova di tenuta ad arco interno.

6.2.7 Montaggio in campo

Questo consisterà nella installazione meccanica, allineamento, assiematura ed intercablaggio delle diverse parti per pervenire alla consegna del quadro:

- Pronto per il collegamento dei cavi in ingresso e uscita;
- Pronto per la massa in servizio.

Prima della massa in servizio verranno effettuati:

- Controlli a vista come richiesto al punto 6.3;
- Verifiche della corretta esecuzione dei collegamenti;
- Prove di isolamento di tutti i circuiti di potenza, ausiliari e di tutte le apparecchiature
- Prove di funzionamento elettrico e meccanico come definito al punto 6.3

6.2.8 Documentazione

Il costruttore del quadro dovrà produrre i seguenti documenti:

Disegno di insieme del quadro in pianta e prospetto, indicante tutte le dimensioni significative, i pesi, la posizione dei vari pannelli e i dettagli necessari per le opere civili di fondazione.

Disegno del fronte di ciascun pannello tipico indicante la disposizione di tutti gli apparecchi. Su tale disegno verrà inoltre riportata una sezione mostrante la disposizione interna delle apparecchiature e dei componenti (ivi inclusi i terminali dei cavi).

Schemi funzionali di ciascun pannello, indicanti tutti i componenti principali e ausiliari ed i dispositivi richiesti per la sicurezza e l'efficienza del servizio. Gli schemi riporteranno la numerazioni di tutti i fili e morsetti.

Lista dei componenti di ciascuna unità funzionale con l'indicazione delle quantità, del tipo e delle caratteristiche di ciascun componente.

Bollettini e cataloghi illustrativi dei componenti.

Con la documentazione finale verranno consegnate le istruzioni di montaggio, esercizio e manutenzione per l'intero quadro e per le singole apparecchiature. Saranno infine fornite copie dei certificati di collaudo relativi alle prove effettuate e la lista delle parti di ricambio consigliate.

6.3 Trasformatori

6.3.1 Generalità

6.3.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio dei trasformatori di potenza in resina MT/BT, del tipo a secco, raffreddati ad aria.

6.3.1.2 norme

I trasformatori e relativi componenti dovranno essere conformi alle norme CEI in vigore alla data di appalto, ed in particolare:

- Norma CEI 14-4: "Trasformatori di potenza";
- norma CEI 14-8: "Trasformatori di potenza a secco".

I trasformatori e le singole apparecchiature dovranno inoltre essere conformi alle disposizioni di legge in vigore alla data di appalto in quanto applicabili.

6.3.2 Caratteristiche costruttive

6.3.2.1 Dati tecnici

- Classe : F
- Potenza nominale in servizio continuo : a cura Appaltatore
- Fasi : 3

- Tensione primaria di esercizio : da Ente erogatore
- Variazione del rapporto di trasformazione a vuoto (Percentuale della tensione primaria) con dispositivo a scatto :2x2,5%
- Tensione secondaria a vuoto :400/230 V
- Frequenza :50 Hz
- Sigla CEI del gruppo collegamenti : Dyn 11
- Neutro : accessibile
- Servizio : continuo
- Terminazioni primari n° 3

- Terminazioni secondarie n° 4

La potenza nominale e il numero dei trasformatori dovranno essere determinati dall'Appaltatore in funzione della potenza complessiva delle utenze da alimentare, del fattore di contemporaneità, della riserva da garantire, tenendo in debita considerazione i fenomeni transitori, quali gli assorbimenti elevati che si verificano al momento della messa in servizio di motori di grande potenza. Verranno utilizzati i seguenti fattori di riserva:

Per potenze assorbite complessive fino a 500 KVAR, riserva 100% (due trasformatori installati, di cui uno di riserva), con un trasformatore operante a pieno carico massimo al 75%.

Per potenze superiori a 500 KVAR, riserva 50% (carico distribuito su tre trasformatori, di cui uno di riserva), con due trasformatori operanti a pieno carico al massimo al 75%.

6.3.2.2 Caratteristiche costruttive

Nucleo in lamierino magnetico al silicio a cristalli orientati a basse perdite, ricotti in atmosfera inerte pressati ed imbullonati con particolare cura in modo da evitare qualsiasi malformazione o allentamento.

Avvolgimento M.T. in bobine sovrapposte, ognuna costituita da spire in nastro di alluminio o in rame interavvolto con film poliestere o polimidi, inglobato nella resina epossidica mediante procedimento sottovuoto a temperature controllate, inteso ad evitare la formazione delle bolle gassose.

Avvolgimenti B.T. costituiti da un'unica bobina ottenuta da più spire di rame o di alluminio interavvolta con fogli isolanti in poliestere trattati con resine.

Regolazione del rapporto di trasformazione ottenuta mediante morsettiere lungo ciascuna colonna M.T. e manovrabili a macchina disinserita.

Terminazioni primarie complete di giunto per cavi unipolari M.T.

Terminazioni secondarie raggruppate in alto se è previsto il collegamento con condotto sbarre.

Golfari di sollevamento montati sulla parte superiore del trasformatore.

Ruote per lo spostamento del trasformatore.

Dispositivo di blocco ruote applicabile ai ferri d'ammarrò del trasformatore.

Morsetti di terra applicati alla base di appoggio su due lati opposti e corredati di bulloni e dadi in acciaio inossidabile.

Cassetta di contenimento degli ausiliari grado di protezione IP-44 minimo, disposta in modo da essere facilmente accessibile all'interno della cella di contenimento del trasformatore senza dover rimuovere o spostare né il trasformatore né i collegamenti dipotenza primari e secondari.

La cassetta ausiliari sarà predisposta anche per il collegamento del microinterruttore montato sulla porta di accesso alla cella e di un pulsante di emergenza montato fuori cella.

6.3.3 Accessori

I trasformatori saranno dotati dei seguenti accessori:

- Sonde di temperatura resistive PT-100 per ogni colonna, cablate fino alla morsettiera della cassetta di connessione degli ausiliari.
- Centralina elettronica di controllo di ciascuna sonda con due contatti distinti di allarme e blocco, da installare sul fronte del quadro MT.
- Targhe indicatrici conformi alle prescrizioni CEI e targa con la sigla del trasformatore disposte in modo da essere facilmente leggibili all'esterno della cella che contiene il trasformatore.

6.3.4 Documentazione da fornire

Il costruttore dovrà consegnare la seguente documentazione:

- Manuali di installazione e manutenzione
- Disegni d'assieme e d'installazione
- Schema funzionale della cassetta ausiliaria e della centralina termometrica.
- Certificati relativi alle prove di tipo eseguite sui prototipi e dichiarazione di conformità delle apparecchiature fornite con i prototipi.
- Certificati delle prove di accettazione.
- Manuali di esercizio e manutenzione.
- Elenco e caratteristiche dei materiali utilizzati nella costruzione.
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per l'avviamento e la messa in servizio e per due anni di esercizio, nonché degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

6.3.5 Collaudi

Collaudo da effettuarsi nello stabilimento di produzione e consiste nelle prove di accettazione previste dalle norme CEI :

- verifica della polarità e del gruppo di connessione;
- verifica del rapporto di trasformazione;
- prove di tensione a frequenza industriale;
- prove di tensione sui circuiti ausiliari;
- misura delle perdite;
- misura della corrente assorbita a vuoto a tensione nominale;

- misura della tensione di corto circuito a corrente nominale;
- misura della resistenza di isolamento;
- prove dei dispositivi ausiliari, in particolare della centralina di controllo delle sonde termometriche;
- verifica dei cablaggi ausiliari.

6.4 Quadri elettrici tipo power center

6.4.1 Generalità

6.4.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio dei quadri elettrici tipo Power Center (PC). I quadri oggetto della presente specifica si intendono esclusivamente del tipo AS, secondo CEI 17-13/1, completi di certificato delle prove di tipo e di sovratemperatura.

6.4.1.2 Norme

I quadri e relativi componenti dovranno essere conformi alle norme CEI in vigore alla data di appalto come indicato al punto 3, in particolare CEI 17-13/1 e IEC 439, per il quadro, e CEI 17-5 e IEC 157-1 per gli interruttori.

I quadri e le singole apparecchiature dovranno inoltre essere conformi alle disposizioni di legge in vigore alla data di appalto in quanto applicabile.

6.4.1.3 Dati Nominali

I quadri di bassa tensione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale:	690 V
Tensione di esercizio:	400V + 10%
Frequenza nominale:	50 Hz
Grado di protezione esterno quadro:	IP-30
Grado di protezione interno quadro:	IP-20
Tensione ausiliaria:	110V +10% - 15%
Stato del neutro:	direttamente a terra.

La corrente nominale delle sbarre tetrapolari sarà calcolata in funzione del numero di utenze da alimentare, della potenza di targa, del fattore di contemporaneità, del fattore di potenza, con un sovradimensionamento del 25% per tener conto di espansioni future.

Le sbarre principali, quelle ausiliarie e le connessioni dovranno essere proporzionate in base alle norme DIN 43670 e 43671, e con riferimento alla temperatura aria ambiente di 35°C, in modo che nelle condizioni più critiche, la temperatura del conduttore non superi i 75°C.

La corrente nominale delle sottosbarre colletttrici derivate dalle sbarre omnibus, dovrà essere pari alla somma delle correnti di taratura termica degli interruttori alimentati e degli interruttori che verranno collocati negli scomparti disponibili

La corrente nominale delle derivazioni ai singoli interruttori, dovrà essere uguale alla corrente nominale dell'interruttore.

La corrente di breve durata e la corrente di cresta dovranno essere determinate dall'Appaltatore in fase di calcolo degli impianti elettrici nel loro complesso.

6.4.2 Caratteristiche costruttive

Il quadro sarà di tipo prefabbricato, per installazione all'interno, e risulterà formato dall'assemblaggio di colonne modulari.

Ciascuna colonna, suddivisa in celle completamente segregate metallicamente tra di loro, sarà realizzata con profilati in lamiera d'acciaio, zincata e passivata, piegata a scatola con spessore di almeno 2 mm, e con foratura modulare.

Le singole colonne saranno suddivise nelle seguenti zone, tra di loro integralmente e metallicamente segregate:

- celle interruttori;
- celle alimentazioni principali o arrivo linea dai trasformatori di potenza;
- cella sbarre omnibus;
- cella sbarre colletttrici;
- cella potenza cavi;
- cella circuiti comando misure e segnalazioni.
- ciascuna colonna dovrà essere opportunamente asolata sul fondo per permettere il fissaggio a pavimento sugli appositi ferri di fondazione.

Il grado di segregazione dovrà corrispondere alla forma 4 delle CEI 17-13/1.

6.4.2.1 Celle interruttori

Le celle interruttori dovranno essere poste sulla parte frontale del quadro. Ciascuna cella dovrà contenere nel suo interno:

- l'interruttore sezionabile;
- le guide di scorrimento per l'estrazione dell'interruttore;
- gli attacchi fissi dell'interruttore;
- gli interruttori o le apposite protezioni in modo da garantire all'operatore il grado di protezione IP-20 verso le parti in tensione quando è aperta la portella ed è estratto l'interruttore;
- la presa e la spina per i cavi di comando e segnalazione dell'interruttore;
- i rinvii per le segnalazioni elettriche dell'interruttore.

Sulle fiancate laterali delle unità dovranno essere previsti dei camini di aerazione per il raffreddamento delle parti attive. I camini di aerazione dovranno sfogare l'aria calda sul tetto dell'unità e dovranno essere alimentati da feritoie sulla parte bassa delle portelle delle celle interruttori.

Dovrà comunque essere garantita la compartimentazione delle celle interruttori per evitare che eventuale sviluppo di aria ionizzata all'interno di una cella interruttore vada ad interessare altre parti in tensione.

Ciascuna cella interruttore dovrà essere provvista di porta in lamiera bordata, apribile a cerniera, completa di serratura a chiave.

Il collegamento degli interruttori alle sbarre deve essere realizzato in modo che, in posizione di aperto, la parte mobile dell'interruttore sia fuori tensione.

6.4.2.2 Cella arrivo linea

La cella arrivo linea dovrà essere accessibile dal retro dell'unità mediante la rimozione di una lamiera imbullonata.

Nell'interno della cella dovrà essere installato un sistema di sbarre in piatto di rame, disposto verticalmente e derivato direttamente dagli attacchi d'ingresso fissi dell'interruttore d'arrivo linea.

Le sbarre in oggetto dovranno essere rivestite con guaine calzate termoresistenti.

All'interno della cella in cui sono poste le sbarre dovrà essere assicurata un'adeguata aerazione, pur rispettando le esigenze di compartimentazione.

6.4.2.3 Vano sbarre omnibus

Le sbarre omnibus principali dovranno essere poste in un vano completamente segregato rispetto le celle limitrofe e dovranno essere costruite in rame elettrolitico.

Le sbarre dovranno essere ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggisbarre in materiale isolante stampato (resina poliestere preimpregnata con fibra di vetro) ad elevate caratteristiche meccaniche di resistenza alla fiamma, che assicurino una perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto per 1 secondo. Tali setti saranno pure previsti, sulle derivazioni degli interruttori, sia in entrata che in uscita.

All'interno del vano in cui sono poste le sbarre, dovrà essere assicurata una adeguata areazione pur rispettando le esigenze di compartimentazione dell'unità.

6.4.2.4 Cella sbarre collettrici e sbarre derivate

La cella sbarre collettrici e sbarre derivate, formate da un sistema in piatto di rame quadripolare, dovrà essere posta all'interno dell'unità e dovrà essere resa accessibile dal retro mediante la rimozione di lamiere utilizzando adatti attrezzi.

Le sbarre collettrici dovranno correre verticalmente lungo tutta l'altezza dell'unità.

Le sbarre collettrici dovranno essere costruite in rame elettrolitico e dovranno essere proporzionate per le correnti specificate in precedenza.

Alle sbarre collettrici dovranno essere collegate le sbarre derivate che andranno ad attestarsi agli attacchi posteriori fissi d'ingresso degli interruttori di utenza.

Le sbarre dovranno essere sostenute ed ancorate da setti reggisbarre, in materiale isolante (con le stesse caratteristiche precisate in precedenza).

Il cubicolo entro cui sono poste le sbarre collettrici e le sbarre derivate dovrà essere provvisto di feritoie di ventilazione atte a sfogare l'aria calda, pur rispettando le esigenze di compartimentazione.

6.4.2.5 Cella partenze

Le celle partenze cavi dovranno essere ubicate nella parte posteriore dell'unità.

Ciascuna, cella partenze dovrà essere segregata e separata dalle altre celle limitrofe. Sarà possibile accedere a ciascuna di esse con tutto il resto del quadro in tensione (grado di protezione IP20 a lamiere posteriori del quadro rimosse); le lamiere posteriori dovranno poter essere asportate soltanto a mezzo di un attrezzo.

Adate feritoie dovranno assicurare un'adeguata areazione pur rispettando le esigenze di compartimentazione.

All'interno di ciascuna cella dovranno essere contenute le sbarre di uscita proporzionate per la corrente nominale dell'interruttore e derivate dagli attacchi fissi di uscita degli interruttori, a cui andranno attestati i cavi in partenza.

L'uscita dei cavi di partenza dovrà essere possibile dal basso.

All'interno delle celle partenze dovranno essere contenuti anche trasformati di misura.

6.4.2.6 Cella strumentazioni

Le celle strumentazioni, accessibili dal fronte del quadro, dovranno essere poste di fianco o sopra ciascuna cella interruttore.

All'interno delle celle dovranno essere installati:

- gli strumenti di misura di corrente e di tensione;
- i commutatori amperometrici e voltmetrici;
- i convertitori di misura;
- i relè ausiliari per comandi, segnalazioni e allarmi;
- i LED di segnalazione interruttore aperto, chiuso, sezionato e scattato relè;
- i pulsanti di apertura e chiusura interruttori;
- le morsettiere per circuiti ausiliari e relativi connettori con parte fissa e mobile.

Dovranno essere previste le seguenti misure:

- misura delle tensioni concatenate a monte di ciascun arrivo (a mezzo TV, voltmetro digitale e commutatore a 3+1 posizioni);
- misura delle tensioni concatenate su ciascun segmento delle sbarre omnibus;
- misura delle correnti di fase a mezzo 3 TA e 1 amperometro digitale a tre visori, con commutatore amperometrico su tutti gli interruttori.
- misura dell'energia assorbita su ciascun arrivo mediante contatori con emettitori di impulsi collegati a 3 TA e i TV del primo punto.

L'accesso alla cella controlli potrà essere permesso per mezzo di una portella incernierata e munita di serratura a chiave.

All'interno di ciascuna cella controlli dovranno essere previsti gli interruttori automatici magnetotermici bipolari per la protezione dei circuiti ausiliari dell'interruttore di potenza.

Dovrà essere consentita la possibilità di operare sui circuiti ausiliari pur lasciando l'utenza in servizio.

I conduttori dei pulsanti, lampade, strumenti, etc., dovranno essere connessi alla morsettiera principale per mezzo di connettori d'innesto (Faston).

6.4.3 Interruttori: caratteristiche generali

Gli interruttori saranno in esecuzione sezionabile, su carrello. Per interruttori sezionabili si intendono apparecchi che possono assumere la posizione di sezionato all'interno della cella, con portella chiusa.

Gli interruttori di uguali caratteristiche e portata dovranno risultare tra loro intercambiabili.

Gli interruttori in esecuzione sezionabile potranno assumere nella cella i seguenti distinti assetti:

- Servizio: assetto con circuiti principali e ausiliari inseriti;
- Sezionato in prova: assetto con circuiti principali sezionati ed ausiliari inseriti;
- Sezionato: assetto come per la prova ma con circuiti principali ed ausiliari sezionati.

Tutte le posizioni corrispondenti ai diversi assetti dell'interruttore dovranno consentire la chiusura della porta anteriore della cella.

Sarà previsto un dispositivo strisciante che assicuri la messa a terra dell'apparecchiatura in tutte le posizioni comprese tra quelle di servizio e sezionamento.

Le rotaie di guida del carrello saranno munite di opportuni arresti per assicurare un accurato posizionamento ed un sicuro bloccaggio del carrello stesso negli assetti "servizio", "prova" e "sezionato".

I contatti ausiliari di tutti gli interruttori saranno uguali di numero e identicamente cablati (3 commutatori).

I connettori secondari per i circuiti ausiliari saranno del tipo a presa multipolare con cavo flessibile sull'interruttore e presa relativa sulla parte fissa.

Un apposito blocco meccanico impedirà che l'interruttore venga spostato dall'assetto "prova" o "sezionato", all'assetto "servizio" e viceversa, con contatti principali chiusi; tale blocco impedirà altresì la chiusura dell'interruttore in tutte le posizioni intermedie tra i suddetti assetti.

Sul fronte dell'interruttore, in posizione visibile dall'esterno del quadro, appositi indicatori segnaleranno le posizioni di interruttore aperto o chiuso e lo stato delle molle.

6.4.3.1 Tipologia degli interruttori

Gli interruttori dovranno avere caratteristiche idonee all'alimentazione delle utenze ad essi connesse ed in particolare dovranno essere tetrapolari, selettivi, sezionabili su carrello con le seguenti caratteristiche generali:

Tensione nominale: 690V.

Corrente nominale a 40°C: da definire a cura Appaltatore.

Potere di interruzione nominale di servizio: da definire a cura Appaltatore.

Potere di chiusura: da definire a cura Appaltatore.

Corrente di breve durata per 1 sec: da definire a cura Appaltatore.

Gli sganciatori dovranno essere del tipo a microprocessore, selettivi, con le seguenti funzioni di protezione:

I1 (tempo lungo inverso): regolabile tra 0,5 - 1 In con possibilità di selezione di almeno 5 curve;

I2 (tempo breve indipendente): regolabile tra 2,5 e 10 In con ritardo regolabile da 0,1 - 1 sec.;

I3 (istantaneo): regolabile tra 5 e 20 .

I0 (omopolare di corrente): regolabile tra 0,1-1In, con ritardo regolabile tra 0 ed 1 secondi.

Sganciatori sul neutro regolati per il 50% delle correnti di fase.

Si precisa che tutta la funzione IO di massima corrente omopolare dovrà essere presente su tutti gli sganciatori; essa dovrà essere neutralizzabile e ripristinabile in modo semplice ed immediato.

Gli interruttori saranno altresì equipaggiati con:

- bobine di apertura e chiusura alla tensione ausiliaria da verificare;
- motori carica molle di chiusura alla tensione ausiliaria da verificare;
- segnalazione di intervento degli sganciatori (differenziata per ciascuna funzione protettiva);
- 5 commutatori ausiliari;
- misura delle tre correnti di fase;
- contatti di segnalazione posizione inserito e sezionato;
 - otturatori automatici per grado di protezione IP20 a portella aperta;

6.4.4 Connessione a terra

La sbarra di terra del quadro dovrà collegare l'intera struttura e dovrà essere imbullonata alla intelaiatura di ciascun gruppo di unità.

La sbarra in oggetto dovrà essere termicamente e meccanicamente proporzionata per la corrente di breve durata e di cresta specificate in precedenza. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere comunque inferiore a 250 mm² .

Per le giunzioni, le derivazioni e gli ancoraggi alle strutture metalliche della sbarra di terra, si dovranno impiegare non meno di due bulloni.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra, si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con le corde in rame previste per la connessione alla sbarra di terra di cabina.

Tutte le portelle e le lamiere del quadro dovranno essere collegate alla struttura per mezzo di trecce di rame aventi una sezione non inferiore a 6 mm² ..

6.4.5 Trasformatori di misura

Le polarità dei morsetti degli avvolgimenti primari e secondari saranno chiaramente contraddistinte.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto del secondario collegato a terra. Detta messa a terra di funzionamento dovrà essere realizzata con conduttore di sezione pari sempre a quello delle utenze del secondario del riduttore.

1 riduttori dovranno avere prestazioni e classe di precisione adeguata alle esigenze di impiego. I TA, in particolare, dovranno essere proporzionati per la corrente di breve durata e di cresta specificate per il quadro.

Sui secondari di tutti i trasformatori è prevista la misura di energia attiva.

Su tutte le linee che escono dal quadro dovranno essere previsti i 3 TA necessari per la realizzazione di eventuali misure di energia attiva.

1 circuiti secondari dei TA dovranno essere cablati con morsetti amperometrici cortocircuitabili (accessibili a quadro in tensione). I circuiti secondari dei TV dovranno essere cablati con morsetti voltmetrici sezionabili (accessibili a quadro in tensione).

Tutti i morsetti dovranno essere numerati, con riferimento alla utenza misurata ed idonei alla inserzione di strumenti di controllo.

6.4.6 Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 2,5 mm².

L'isolamento dei conduttori dovrà essere eseguito con materiale termoplastico con grado di isolamento non inferiore a 3kV e di tipo non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano, dovranno essere contrassegnati in numeri riportanti il numero del filo indicato sullo schema funzionale; in corrispondenza delle morsettiere, oltre a quanto sopra e dal lato del morsetto, saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori si collegano.

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminalini opportunamente isolati.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nei quadri, dovranno essere attestati a morsettiere con attacco Faston lato quadro, componibili e numerate.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antivibrante.

Tutti gli interruttori scatolati avranno 3 TA per alimentazione amperometro digitale a 3 equipaggi.

Tutti gli interruttori di tipo scatolato avranno segnalazione di "aperto-chiuso" mediante lampade di segnalazione a doppio LED con alimentazione alla tensione ausiliaria di 120 VCC, da verificare, protetta da interruttore automatico per ogni colonna.

Tutti gli interruttori di tipo aperto avranno oltre alla segnalazione di "aperto-chiuso" anche la segnalazione di "sezionato" ed i pulsanti di comando per apertura e chiusura, alimentati come sopra.

I morsetti di consegna saranno del tipo per montaggio indipendente su profilati di sostegno 32 UNEL 06133.

I morsetti di consegna per il riporto a distanza dei circuiti amperometrici, dovranno essere del tipo cortocircuitabile, muniti di attacchi per inserzione provvisoria di strumenti.

I morsetti di consegna per il riporto a distanza dei circuiti voltmetrici saranno di tipo sezionabile, muniti di attacchi per derivazioni provvisorie di strumenti.

I cablaggi dei circuiti ausiliari all'interno della cella controlli e sulla relativa portella dovranno correre entro canaline in plastica munite di coperchio facilmente asportabile.

Il cablaggio dei circuiti ausiliari, che corre entro gli scomparti dei circuiti principali, dovrà essere segregato da questi mediante opportune separazioni metalliche.

Alle morsettiere dovranno essere inoltre riportati i contatti ausiliari liberi degli interruttori, dei contatti di cella, dei relè di protezione e i punti di connessione per comando a distanza degli interruttori telecomandabili.

L'ingresso dei cavi per le connessioni esterne dei circuiti ausiliari è previsto dall'alto del quadro e, a tale scopo, sulla parte alta di ciascuna colonna, dovrà essere prevista un'asola di opportune dimensioni.

6.4.7 Apparecchiature ausiliarie

L'alimentazione di tutti i circuiti ausiliari sarà fornita da una stazione di energia alla tensione di 120 VCC.

Il quadro dovrà essere provvisto di due interruttori bipolari per l'alimentazione generale alla tensione di 120 VCC; uno degli interruttori sarà adibito alla protezione dei circuiti di comando e protezione degli interruttori di potenza di tutto il quadro, e l'altro per la protezione dei circuiti di segnalazione e per l'alimentazione dei motori, per la ricarica automatica delle molle degli interruttori dotati di comando a distanza.

All'interno di ciascuna cella strumentazione dovranno essere previsti due interruttori bipolari, derivati dagli interruttori principali, per la protezione dei circuiti ausiliari delle singole celle; ciascun interruttore dovrà alimentare rispettivamente:

- i circuiti di comando e protezione;
- i circuiti di segnalazione e il motore per la ricarica delle molle.

Tutti gli interruttori dei circuiti ausiliari dovranno essere provvisti di contatti liberi riportati alla morsettiera per la segnalazione a distanza di interruttore aperto e chiuso.

Gli interruttori di potenza (comandabili localmente e a distanza con comando elettrico), dovranno essere provvisti di un commutatore a due posizioni. Le funzioni per ognuna delle due posizioni dovranno essere le seguenti:

- posizione locale: isolare i comandi a distanza lasciando il comando elettrico locale;
- posizione distanza: permettere il comando elettrico a distanza.

Per ciascun interruttore e sulla relativa cella strumentazione dovranno essere riportate le lampade di segnalazione "interruttore aperto", "interruttore chiuso", "interruttore sezionato" e "scatto relè".

6.4.8 Materiali isolanti

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro, dovranno essere ininfiammabili o di tipo autoestinguente (Norme ASTM D229 metodo 1).

I materiali isolanti dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia, e di non igroscopicità.

In particolare, i materiali isolanti in vetro poliestere dovranno essere rispondenti alle caratteristiche analoghe al tipo GP03C secondo norme NEMA.

6.4.9 Verniciatura

Tutta la struttura metallica degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, secondo il seguente ciclo:

- sgrassatura;
- decappaggio;
- bonderizzazione/zincatura elettrolitica;
- passivazione;
- essiccazione;
- verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato, con colorazione finale RAL 7030. Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micron.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151.

6.4.10 Targhe

I quadri porteranno sulla parte superiore del fronte la dicitura di denominazione, con targhe di altezza non inferiore a 50 mm in conformità all'art. 5 della CEI 17-13; la targa dovrà indicare oltre a quanto riportato nei punti a) e b) dell'articolo 5.1 anche le informazioni richieste dal punto c) al punto q).

Le singole celle, contenenti gli interruttori di arrivo o di partenza, saranno munite di targhe sul fronte e sul retro con l'indicazione del servizio cui essere sono destinate.

6.4.11 Prove di tipo e di accettazione

Saranno eseguite presso l'officina del Costruttore le seguenti prove:

- controllo a vista del complesso e delle singole parti;
- prove di funzionamento meccanico, con particolare riguardo alla verifica degli interblocchi ed arresti meccanici relativi all'introduzione in cella ed all'estrazione degli interruttori;
- prove della intercambiabilità prescritta fra gli interruttori di uguale portata e numero di poli;
- prove di funzionamento dei comandi elettrici degli interruttori, con tensioni di alimentazione ai limiti delle tolleranze ammesse;
- prove di funzionamento dei blocchi elettromeccanici, dei blocchi a chiave, dei trascinamenti;
- prove di tensione a frequenza industriale sui circuiti di potenza ed ausiliari;
- prova dei circuiti ausiliari alla tensione di 2.5 kV per 60 sec.;
- controllo elettrico dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro, per verificare la rispondenza con gli schemi funzionali definitivi.

Dovranno essere consegnati i seguenti certificati di prova di tipo rilasciati da un laboratorio ufficiale:

- prove di riscaldamento per la corrente nominale del quadro
- prova di tenuta al corto circuito (corrente di breve durata per 1 sec.)
- prova di tenuta alla corrente di breve durata e di cresta.

Dopo l'installazione, verranno eseguite le seguenti prove:

- controllo di continuità dei collegamenti di terra interni al quadro;
- misura di isolamento tra le fasi e contro massa delle sbarre;
- prove di funzionamento meccanico ed elettrico su tutti gli interruttori della fornitura;
- verifica di tutti gli interblocchi meccanici, elettromeccanici ed elettrici;
- verifica del corretto funzionamento dei comandi a distanza, e delle segnalazioni, della strumentazione;
- prove di isolamento a frequenza industriale.

6.4.12 Documentazione

Dovranno essere emessi i seguenti elaborati (in senso indicativo, ma non limitativo):

- disegno di insieme del quadro in pianta e prospetto indicante tutte le dimensioni significative, i pesi, la posizione delle varie unità e i dettagli necessari per realizzare le opere civili di fondazione.
- Disegno del fronte indicante la disposizione delle varie unità, gli apparecchi di comando, segnalazione, misura ecc..
- Schemi funzionali di ciascuna unità riportanti tutti i componenti. Gli schemi riporteranno la numerazione di tutti i fili e di tutti i morsetti e la legenda delle sigle di identificazione dei componenti.
- Schemi unifilari di potenza completi di dati caratteristici del quadro (tensione, frequenza, correnti nominali sbarre, corrente di c.to c.to, dimensioni sbarre), tipo e caratteristiche apparecchiature con indicazione delle tarature e dei cavi utilizzati per il cablaggio.
- Certificato relativo alle prove di tipo rilasciato da ente riconosciuto (CESI o equivalente).
- Certificato relativo alle prove di sovratemperatura.

Dichiarazione di conformità del quadro

- Lista dei componenti con indicate le quantità, il tipo e le caratteristiche di ciascuno.
- Bollettini e cataloghi illustrativi dei componenti indicanti le caratteristiche tecniche dei componenti, quali curve di intervento delle protezioni, dati tecnici degli interruttori ecc.

Con la documentazione finale il costruttore invierà le istruzioni di montaggio esercizio e manutenzione per i singoli dispositivi e per il quadro oltre ai certificati delle prove e all'elenco delle parti di ricambio.

6.5 Quadri elettrici a scomparti fissi

6.5.1 Generalità

6.5.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio dei quadri elettrici tipo motor control center (MCC) in esecuzione a cassette fissi per tensione di esercizio pari a 400V. I quadri oggetto della presente specifica si intendono esclusivamente del tipo AS, completi di certificato delle prove di tipo e di sovratemperatura.

Questa tipologia di quadro dovrà essere utilizzata in tutti i casi nei quali è necessario garantire la continuità di esercizio dell'impianto, al fine di consentire la manutenzione all'interno di uno scomparto con il quadro in tensione. Ove non sia esplicitamente richiesta la continuità di esercizio, potranno essere utilizzati quadri modulari di tipo aperto.

6.5.1.2 Norme

I quadri e relativi componenti dovranno essere conformi alle norme CEI in vigore alla data di appalto come indicato al punto 3.

I quadri e le singole apparecchiature dovranno inoltre essere conformi alle disposizioni di legge in vigore alla data di appalto in quanto applicabili.

6.5.2 Caratteristiche Costruttive

6.5.2.1 Caratteristiche generali

1 quadri saranno di tipo chiuso, protetti contro l'ingresso della polvere e dei corpi estranei, con i seguenti gradi di protezione meccanica:

- IP - 43, ottenuto con l'aggiunta di una portella ulteriore con pannello trasparente in cristallo temperato, se il quadro per motivi di processo viene installato in impianto, sia all'aperto, sia al chiuso
- IP - 31, se installato all'interno di cabina elettrica.

Le portelle saranno munite di guarnizioni di materiale antiinvecchiante e resistente alla corrosione.

Il quadro sarà del tipo prefabbricato, costituito da un insieme di colonne modulari, autoportanti, in profilato e lamiera d'acciaio. Ciascuna colonna sarà suddivisa in cubicoli completamente segregati tra loro. Le varie colonne saranno accoppiate mediante bulloni.

Il quadro avrà accessibilità unicamente dal fronte, per installazione contro parete e dovrà essere facilmente ampliabile alle due estremità.

Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 2 mm ad eccezione delle portelle e dei setti separatori interni che comunque non saranno inferiori a 1,5 mm.

Il quadro dovrà essere previsto per fissaggio a pavimento, provvisto di aperture in basso per consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi, di telaio di base e golfari di sollevamento.

6.5.2.2 Accessibilità e Segregazione delle Apparecchiature

Le celle contenenti le apparecchiature arrivo/uscita, i vani cavi, i vani sbarre omnibus/derivate, dovranno essere tra loro segregate per mezzo di setti in lamiera. Il grado di segregazione dovrà corrispondere almeno alla forma 3, secondo le norme CEI 17.13/1.

La segregazione delle zone su indicate dovrà essere tale da:

- Impedire la trasmissione di archi originatisi in qualsiasi vano al vano adiacente.
- Consentire l'accesso, in condizioni di sicurezza, all'unità funzionale con le restanti apparecchiature in regolare servizio.
- Consentire la posa, il collegamento, lo scollegamento dei cavi di un'unità funzionale, in condizioni di sicurezza, con le restanti unità funzionali in regolare servizio.

Le sbarre verticali ed orizzontali saranno normalmente accessibili dal retro del quadro previo rimozione di pannelli fissati con bulloni o viti a brugola.

La derivazione dalle sbarre per l'alimentazione delle singole unità funzionali dovrà sempre essere realizzata in bandella di rame o in cavo con corrente di impiego corrispondente alla corrente nominale dell'interruttore.

L'interruttore, i contattori, i termici e i componenti ausiliari, dovranno essere montati in cella accessibile frontalmente mediante portella dotata di serratura. Dovrà comunque essere garantito con portella aperta ed interruttore estratto un grado di protezione minima IP - 20 nei confronti della parte fissa in tensione dell'interruttore.

6.5.2.3 Requisiti di sicurezza ed interblocchi

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Non dovrà essere possibile l'apertura delle portelle con l'interruttore in posizione di chiuso; solo personale qualificato, con l'ausilio di specifici dispositivi, potrà aggirare l'interblocco.

Tutte le porte saranno messe a terra con connessione in treccia di rame flessibile.

Quando sia prevista una specifica sequenza di manovre per la messa in/fuori servizio delle varie unità funzionali, le istruzioni relative, verranno indicate su apposita targa fissata con viti.

6.5.2.4 Riscaldatori

Ciascuna colonna verticale sarà munita di resistenza anticondensa in grado di mantenere una temperatura interna di circa 5 gradi al di sopra di quella esterna, con disinserzione per temperature maggiori di 25°C. I riscaldatori dovranno essere montati in posizione tale da non influenzare i componenti sensibili alla temperatura.

Tutti i riscaldatori saranno alimentati da un circuito provvisto da interruttore automatico generale. Ciascun riscaldatore sarà protetto da interruttore automatico e comandato da un termostato. L'alimentazione dovrà essere prevista con linea esterna al quadro e interruttore automatico generale.

6.5.2.5 Trattamento e verniciatura.

Tutte le parti metalliche dovranno essere opportunamente trattate per prevenire la corrosione e il decadimento della verniciatura. Il trattamento consiste in:

- Sgrassatura
- Decappaggio
- Zincatura elettrolitica
- Passivazione
- Essiccazione
- Verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micron.

Il colore finale sarà GRIGIO RAL 7030.

Cerniere, viteria e bulloneria saranno in acciaio inox o cadmiato. Le parti metalliche mobili e soggette ad attrito saranno protette con grasso antiruggine.

6.5.2.6 Materiali Isolanti

Tutti i materiali isolanti, in particolare i setti delle reggisbarre, dovranno essere del tipo ad elevate caratteristiche meccaniche di resistenza alla fiamma, che assicurino una perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici.

6.5.2.7 Targhe

Per ogni quadro dovrà essere prevista una targa da fissare in alto al centro, recante il contrassegno del quadro.

Per ogni cassetto dovrà essere prevista una targhetta con incisione del servizio cui è preposto.

Le targhe saranno in laminato plastico con caratteri bianchi su fondo nero e saranno fissate con viti e non con adesivi.

Dovranno essere infine previste le targhe monitorie indicanti pericoli ed i valori di tensione presenti nel quadro e la targa indicante il marchio, il nome del costruttore, il tipo e il numero di serie o altro mezzo di identificazione del quadro, come richiesto dalla Direttiva Macchine.

6.5.2.8 Accessori

Per ogni quadro dovrà essere fornito un tappetino in materiale plastico isolante, avente larghezza 1 metro e lunghezza pari alla lunghezza del quadro, da posare sul pavimento per la sicurezza degli operatori.

6.5.3 Caratteristiche funzionali

6.5.3.1 Caratteristiche elettriche generali

Il quadro MCC dovrà essere progettato per essere alimentato da rete trifase 50 Hz con neutro direttamente a terra quando esso è esistente.

Il quadro dovrà essere previsto per le tensioni sotto specificate:

- Tensione nominale: 690 V
- Tensione esercizio: 400 V

Sistema di alimentazione:

- 3 Fasi + neutro (se questo è disponibile)
- 3 Fasi senza neutro.

La corrente nominale del quadro, riferita alle sbarre principali, sarà calcolata dall'appaltatore in funzione del numero di utenze da alimentare, della potenza di targa, del fattore di contemporaneità, del fattore di potenza, con un sovradimensionamento non inferiore al 25% per tenere conto di espansioni future.

Il quadro e tutti componenti dovranno essere in grado di funzionare continuamente alle condizioni nominali, nelle condizioni ambientali indicate e senza che in nessun punto le sovratemperature superino i valori ammessi stabiliti dalle norme o dai costruttori se si tratta di apparecchiature.

Tutti i componenti del quadro dovranno resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalle correnti di cortocircuito, che dovranno essere verificate a cura dell'appaltatore in ogni caso la corrente di cortocircuito non dovrà mai essere inferiore a:

25 KA - per 1 sec.

Il quadro dovrà essere previsto e costruito in ottemperanza alla norma EN 60439.1, alle norme CEI 17-13/1 e al Dlgs 81/08.

6.5.3.2 Sbarre

Le sbarre principali e quelle di derivazione devono essere dimensionate in base alle norme DIN 43671, con riferimento alla temperatura ambiente di 35°C, ed una temperatura alle sbarre massima di 70°C alla corrente nominale delle sbarre.

La sbarra di neutro quando è prevista, sarà distinta dalla sbarra di terra, dimensionata per la corrente indicata e comunque non inferiore al 50% della portata nominale delle sbarre di fase. Le sbarre saranno realizzate in rame elettrolitico nudo a spigoli arrotondati e a sezione costante.

Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con bulloni passanti muniti di rondelle elastiche.

Le sbarre principali Omnibus saranno dimensionate per la corrente nominale dell'intero quadro e comunque per un valore non inferiore a 600A.

Le sbarre verticali o derivate saranno dimensionate per una corrente nominale di impiego pari alla somma delle correnti nominali di impiego delle utenze alimentate, nelle condizioni di installazione specificate, con coefficiente di contemporaneità uguale a 1 e comunque per un valore non inferiore a 300A.

6.5.3.3 Impianto di terra del quadro

Sarà prevista una sbarra continua di terra di sezione minima 250 mm² in rame per tutta la lunghezza del quadro e per tutta l'altezza delle colonne verticali.

Alle due estremità la sbarra orizzontale sarà predisposta per il collegamento all'impianto di terra con corde da 95 mm².

Le sbarre verticali saranno predisposte per il collegamento del conduttore di protezione e schermo dei cavi.

6.5.3.4 Alimentazione e disposizione del quadro

I quadri saranno sempre forniti di scomparti segregati atti a ricevere i cavi o i condotti sbarre di alimentazione. Tali scomparti saranno di dimensioni tali da consentire l'agevole collegamento e scollegamento delle alimentazioni.

L'arrivo dei cavi di alimentazione e l'uscita verso le utenze sarà dal basso.

Per consentire l'ingresso dei cavi al quadro, questo dovrà essere posato o su cunicolo in cls ricavato nel pavimento, oppure installato su passerella in vetroresina con pedana di accesso e sovrastante grigliato sempre in vetroresina, in modo da ricavare un vano per il passaggio cavi di almeno 250 mm di altezza. L'alimentazione potrà avvenire come di seguito specificato:

Mediante interruttore di grandezza tale da non richiedere un aumento di dimensioni della colonna; in tal caso si potrà utilizzare una parte di colonna verticale contenente tutti gli elementi di misura e protezione nel rispetto delle segregazioni già indicate.

Mediante un interruttore di dimensioni tali da richiedere un aumento delle dimensioni della colonna. In tal caso si utilizzerà una colonna di dimensioni non standard. Quando si voglia evitare la disuniformità nella profondità dello MCC si potrà proporre una disposizione di testa del pannello di arrivo. L'alimentazione al centro del quadro non dovrà essere impiegata.

Mediante due scomparti di arrivo ed uno scomparto congiuntore. Gli scomparti saranno realizzati secondo quanto previsto ai punti precedenti ad eccezione della disposizione di testa.

Le unità funzionali arrivo e congiuntore saranno previste con tutte le segregazioni.

Sull'interruttore di arrivo dovrà essere installato un misuratore di energia con riporto al sistema di supervisione a PLC del valore misurato.

6.5.3.5 Vano cavi

A fianco di ogni colonna deve essere previsto un vano risalita cavi, segregato dalla zona sbarre, provvisto di portella apribile solo con attrezzo opportuno.

Il vano cavi non dovrà presentare spigoli vivi o punti che possano danneggiare i cavi durante l'infilaggio.

Dovranno essere previsti opportuni profilati per il fissaggio dei cavi in modo che non si eserciti alcuno sforzo di trazione sui morsetti.

6.5.3.6 circuiti di potenza

Le connessioni tra le sbarre verticali e le apparecchiature saranno realizzate normalmente con sbarre di rame, le connessioni con cavi isolati sono accettate solo con interruttori aventi correnti nominali minori o uguali a 100A.

Le connessioni interne saranno dimensionate per la portata dell'interruttore di protezione, comunque la sezione minima sarà di 4 mm², dovranno resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dal c.to c.to, e per le unità alimentazioni motori, dovranno superare una corrente di spunto pari a 6 volte la corrente nominale del contattore per 20 sec.

6.5.3.7 Circuiti ausiliari

L'alimentazione dei circuiti ausiliari sarà realizzata mediante n. 2 trasformatori di isolamento o di sicurezza a norme CEI 96/2, collegati su due fasi prelevate a valle dell'interruttore generale, ciascuno di potenza tale da poter alimentare tutti i circuiti ausiliari del quadro.

Lo scambio dei due trasformatori dovrà essere effettuato con contattori di potenza tramite selettore a due posizioni.

Dovrà essere prevista segnalazione di trasformatore in esercizio a mezzo led. Ciascun trasformatore sarà protetto da interruttori automatici sia sul primario sia sul secondario.

La protezione mediante fusibili e' accettata sul primario qualora, per l'elevato potere di interruzione richiesto, non possano essere utilizzati interruttori. Un polo del secondario di ciascun trasformatore dovrà essere messo a terra. I trasformatori di cui sopra saranno alloggiati in apposito scomparto dedicato.

In presenza di un quadro dotato di due arrivi e congiuntore, verranno previste due alimentazioni ausiliarie una per ciascun semi quadro.

I circuiti relativi alle singole unità funzionali dovranno essere singolarmente protetti mediante interruttori automatici.

I circuiti ausiliari saranno realizzati mediante conduttori flessibili di rame isolati in materiale termoplastico rispondente alle norme CEI 20-22.

La sezione minima dovrà essere di 1,5 mm² in generale e 2,5 mm² per i circuiti amperometrici. Ciascun conduttore sarà identificabile alle due estremità mediante anelli di plastica riportante la numerazione indicata sugli schemi funzionali.

I conduttori ausiliari saranno alloggiati in canaline dimensionate per consentire aggiunte future di almeno il 50%.

Quando siano previsti collegamenti tra unità diverse sarà prevista una canalina nella parte superiore del quadro.

I circuiti faranno capo a morsettiere del tipo ad elementi componibili fissate su profilato. I conduttori saranno muniti di capi corda o puntalini rigidi. Ciascuna morsettiera sarà munita di targhetta riportante la dicitura degli schemi. I morsetti saranno di materiale incombustibile e non igroscopico, contrassegnati in uniformità con gli schemi.

Per ogni conduttore sarà previsto generalmente un singolo morsetto; le morsettiere avranno un numero di morsetti non inferiori al 130% di quelli occupati.

I morsetti amperometrici saranno del tipo cortocircuitabile; i voltmetrici, di alimentazione e per il telecomando di tipo sezionabile a coltellino.

Per facilitare i collegamenti le morsettiere saranno disposte a 45 gradi.

6.5.3.8 Logiche di livello zero

Qualora sussistano particolari esigenze di spazio e/o funzionali, potrà essere inserito uno scomparto aggiuntivo dedicato alle logiche ausiliarie di livello 0 (per esempio per gli interblocchi di sicurezza, alimentazione di elettrovalvole, strumenti, ecc.).

Lo scomparto dovrà essere accessibile dal fronte, sarà munito di portella dotata di serratura.

Gli interruttori di sezionamento dell'alimentazione e ausiliari dovranno essere ubicati all'interno del comparto.

Sul fronte risulteranno accessibili tutti i comandi, segnalazioni e strumenti eventuali richiesti.

6.5.3.9 Caratteristiche delle partenze tipiche

I quadri potranno essere composti dalle seguenti partenze tipiche.

- Unità alimentazione motori.
- Unità alimentazione carichi vari.

Le unità di alimentazione motori dovranno essere realizzate con le seguenti apparecchiature:

- Interruttore automatico con protezione magnetica, contattore, relè termico (per potenze di targa ≤ 30 kW)
- Interruttore automatico, contattore di by-pass, soft-start (per potenze di targa > 30 kW)
- Interruttore automatico, contattore di by-pass, inverter (quando richiesto dal processo per esigenze di regolazione e controllo).

Le unità di alimentazione carichi vari dovranno essere realizzate con interruttore automatico con protezione magneto/termica.

6.5.3.10 Unità alimentazione motori (unico scomparto)

Lo scomparto dovrà ospitare:

- Interruttore automatico.
- Contattore/i.
- Relè termico.
- Riduttori di corrente per motori di potenza maggiore ai 4 kW
- Trasformatore monofase per alimentazione circuiti ausiliari (se da prevedere).
- Interruttore automatico di protezione e sezionamento circuiti ausiliari.
- Selettore a chiave per Loc. /0/ Dist.
- Selettore a chiave per Aut. /0/ Man
- Amperometro per motori di potenza maggiore ai 4 kW.
- Lampade di segnalazione (tipo a led).

- Pulsanti di marcia/arresto ed eventuale selettore per comando interruttore.
- Unità di protezione motore (se da prevedere).
- Relè ausiliari, (i contatti dei relè ausiliari per le segnalazioni al telecomando saranno generalmente alimentati a 24 V c. c.).
- Morsettiere.

6.5.3.11 Unità alimentazione motori (Due scomparti)

Lo scomparto dovrà ospitare:

- Interruttore
 - Contattore/i.
 - Relè termico.
 - Riduttori di corrente
 - Trasformatore monofase per alimentazione circuiti ausiliari (se da prevedere).
 - Fine corsa sulla portella per disalimentare il circuito ausiliare in caso di portella aperta.

Lo scomparto ausiliari ospiterà le apparecchiature sotto indicate:

- Interruttore automatico di protezione e sezionamento circuiti ausiliari.
 - Selettore a chiave per Loc. /0/ Dist.
 - Selettore a chiave per Aut. /0/ Man..
 - Selettore a chiave Ausiliari Ins. / Disin..
 - Amperometro.
 - Lampade di segnalazione (tipo a led) con relativo pulsante di prova.
 - Pulsanti di marcia/arresto ed eventuale selettore per comando interruttore.
 - Unità di protezione motore (se da prevedere).
 - Relè ausiliari, (i contatti dei relè ausiliari per le segnalazioni al telecomando saranno generalmente alimentati a 24 V c.c.)
 - Morsettiere.

Per il telecomando dal sistema di controllo a PLC verranno cablati i seguenti contatti (sia per le unità ad unico scomparto, sia per quelle a due):

- Stato selettore loc/dist.
 - Cumulativo di tutte le cause di indisponibilità (mancanza ausiliari, interruttore di potenza aperto, selettore non in automatico, selettore locale di sezionamento in posizione di disinserito).
 - Cumulativo di tutte le protezioni elettriche intervenute (scatti interruttori di potenza e ausiliari, intervento termico)
 - Stato di marcia/arresto.
 - Comando di marcia/arresto.

6.5.3.12 Unità alimentazione carichi vari

Lo scomparto interruttore dovrà ospitare:

- Interruttore automatico con protezione magneto/termica
- TA e relativo amperometro
- Trasformatore monofase per alimentazione circuiti ausiliari (se da prevedere)
- Amperometro per carichi maggiori di 4 kW
- Lampade di segnalazione (tipo led) con relativo pulsante di prova.

6.5.4 Caratteristiche delle apparecchiature

6.5.4.1 Interruttori

Tutti gli interruttori saranno del tipo in aria in esecuzione estraibile o sezionabile in base alla grandezza dell'interruttore.

Gli interruttori dovranno avere un potere di interruzione nominale di servizio (ICS) non inferiore al valore della corrente efficace simmetrica di c.to c.to specificata; potere di chiusura non inferiore al valore di picco della corrente di c.to c.to e corrente di breve durata non inferiore al valore della corrente simmetrica di c.to c.to.

Gli interruttori aventi le stesse caratteristiche saranno intercambiabili tra loro.

Il fornitore dovrà sempre indicare la corrente nominale e la portata effettiva all'interno del quadro nelle condizioni di installazione specificate.

6.5.4.2 Rele' Termici.

Gli elementi termici saranno tripolari del tipo compensato nel campo tra -10°C e +50°C. Il riarmo sarà manuale con pulsante operabile dall'interno della portella. I relè saranno alimentati direttamente o tramite TA a seconda delle caratteristiche richieste come segue:

- per motori ad avviamento normale, un tempo di 3-4 sec. sulla curva a caldo in corrispondenza di 5 volte la corrente di taratura;
- per motori ad avviamento pesante, un tempo di 6-8 sec. sulla curva a caldo in corrispondenza di 5 volte la corrente di taratura e contemporaneamente sulla
- curva a freddo in corrispondenza di 6 volte la corrente di taratura.

I relè termici dovranno essere in grado di resistere alle sollecitazioni dinamiche e termiche in funzione della taratura dell'interruttore automatico. Il campo di taratura sarà scelto in modo da situare la corrente nominale del motore all'interno ed in vicinanza del limite superiore del campo stesso.

6.5.4.3 Contattori

Saranno del tipo in aria in esecuzione compatta e montati in maniera da essere insensibili ad urti e vibrazioni.

I contattori dovranno essere adatti per servizio continuo in categoria AC 3 e per un numero di manovre orarie non inferiore a 150.

La corrente nominale di impiego (Ie) in categoria AC 3 non dovrà essere inferiore al 130% della corrente nominale del motore.

Il contattore dovrà essere coordinato con l'interruttore di protezione e il relè termico in modo tale che, sotto corrente di guasto, sino al valore specificato di c.to c.to, siano evitati al contattore danni permanenti e irreparabili (coordinamento " Tipo "2") norme CEI EN 60947-4-1.

Ciascun contattore dovrà avere sempre almeno 2 contatti ausiliari (1 N. A. + 1 N.C.).

6.5.4.4 Rele' di Terra

Per l'alimentazione dei carichi potrà essere richiesto un relè di terra omopolare, alimentato da TA toroidale.

Il relè dovrà essere del tipo ritardato, la taratura dovrà essere inferiore al 5% della corrente nominale dell'utenza. Dovranno essere inoltre previste segnalazione di avvenuto intervento e pulsante di ripristino manuale.

6.5.4.5 Strumenti di misura

Gli strumenti indicatori saranno del tipo quadrato da incasso, montati sul fronte del quadro.

A monte dell'interruttore generale dovrà essere previsto un Voltmetro, di tipo analogico, con commutatore per indicazione della presenza di tensione d'arrivo al quadro con relativo TV. Dovrà anche essere previsto un amperometro generale, come minimo.

I voltmetri e gli amperometri avranno rispettivamente un valore di fondo scala pari al 130% e al 200% dei valori nominali. La classe di precisione non sarà inferiore a 1,5.

Gli amperometri per motori avranno una scala ristretta al fondo in modo da permettere la lettura della corrente nominale a circa 2/3 della scala e la lettura della corrente di spunto pari a 5-6 volte la nominale. Gli altri strumenti avranno scala lineare.

I convertitori di misura di corrente, tensione e di energia se previsti avranno segnale di uscita 4-20 mA

I misuratori di energia saranno muniti di contatto impulsivo e avranno classe 1 per energia attiva e classe 1 per quella reattiva.

6.5.4.6 Circuiti di comando

I circuiti di comando dovranno essere alimentati.

La tensione di comando potrà subire variazioni del +/- 10%, pertanto tutte le apparecchiature dovranno essere previste per funzionare normalmente con tali variazioni di tensione.

I relè ausiliari saranno del tipo estraibile su zoccolo, con morsetti a vite, completi di custodia di tipo standardizzato. Essi devono avere almeno 1 contatto NA e 1 contatto NC di scorta.

Gli interruttori automatici per la protezione dei circuiti ausiliari saranno del tipo per montaggio sporgente con morsetti anteriori a vite e calotta di protezione.

I fusibili saranno a tappo, estraibili sotto tensione con parti in tensione protette contro i contatti accidentali.

Ciascun componente sarà provvisto di targhetta di identificazione in accordo con quanto previsto sugli schemi.

6.5.4.7 Varie

Gli eventuali TA per l'alimentazione dell'amperometro a distanza, se previsto, avranno corrente secondaria di 1 A con caratteristiche e prestazioni adeguate al tipo di servizio.

La caduta di tensione alla chiusura del contattore non dovrà essere superiore al 5%.

6.5.5 Accessori

Il quadro verrà fornito completo di tutti gli accessori necessari per l'installazione, l'esercizio, la manutenzione.

Saranno sempre fornite lampade di scorta in quantità non inferiore al 50% di quelle installate e comunque non inferiore a 4 per tipo.

6.5.6 Collaudi

Sui quadri montati dovranno essere eseguite, a costruzione completata, le prove previste dalle norme CEI 17.13/1 e EN 60439.1 e quanto indicato al punto 6.

Con i quadri dovrà essere fornito il certificato delle prove eseguite contenente i risultati e le misure effettuate.

6.5.6.1 Prove di accettazione

Dovranno essere eseguite su ogni quadro e comprenderanno quanto di seguito elencato:

Controllo a vista del complesso e delle singole parti, in merito alla rispondenza ai documenti tecnici contrattuali ed alla qualità della costruzione.

Verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione.

Prova con tensione a frequenza industriale per 1 minuto primo. Tale prova sarà effettuata con tensione non inferiore a 1500V per i circuiti ausiliari e a 2500 V per quelli di potenza. La tensione andrà applicata tra fase e fase e tra ciascuna fase e la terra prima con circuiti di uscita aperti e poi chiusi.

Prova di isolamento con Megger per accertare che la resistenza di isolamento non sia inferiore a 1000 ohm per Volt di tensione nominale, con un minimo di 1 Mohm.

Prove di funzionamento meccanico di tutti i meccanismi ed interblocchi.

Prove di funzionamento elettrico per accertare il corretto funzionamento di tutti i circuiti di comando, segnalazione, protezione e misura.

Prova di funzionamento dei relè di protezione indiretti mediante iniezione delle grandezze di misura al secondario dei riduttori.

6.5.7 Documentazione

I disegni e gli schemi devono contenere tutte le informazioni atte a rendere esauriente il funzionamento e le modalità costruttive dei quadri.

Devono essere emessi i seguenti elaborati (in senso indicativo, ma non limitativo):

- Disegno di insieme del quadro in pianta e prospetto indicante tutte le dimensioni significative, i pesi, la posizione delle varie unità e i dettagli necessari per realizzare le opere civili di fondazione.
- Disegno del fronte indicante la disposizione delle varie unità, gli apparecchi di comando, segnalazione, misura ecc..
- Schemi funzionali di ciascuna unità riportanti tutti i componenti. Gli schemi riporteranno la numerazione di tutti i fili e di tutti i morsetti e la legenda delle sigle di identificazione dei componenti.

- Schemi unifilari di potenza completi di dati caratteristici del quadro (tensione, frequenza, correnti nominali sbarre, corrente di c.to c.to, dimensioni sbarre), tipo e caratteristiche apparecchiature con indicazione delle tarature e dei cavi utilizzati per il cablaggio.
- Tabelle di coordinamento avviamento motori.
- Certificato relativo alle prove di tipo rilasciato da ente riconosciuto (CESI o equivalente).
- Certificato relativo alle prove di sovratemperatura.
- Dichiarazione di conformità del quadro.
- Lista dei componenti con indicate le quantità, il tipo e le caratteristiche di ciascuno.
- Bollettini e cataloghi illustrativi dei componenti indicanti le caratteristiche tecniche dei componenti quali curve di intervento delle protezioni, dati tecnici degli interruttori ecc.

Con la documentazione finale il fornitore invierà le istruzioni di montaggio esercizio e manutenzione per i singoli dispositivi e per il quadro oltre ai certificati delle prove e all'elenco delle parti di ricambio

6.6 Quadri elettrici di tipo modulare

6.6.1 Generalità

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio dei quadri elettrici tipo modulare aperto, per tensione di esercizio pari a 400V. I quadri oggetto della presente specifica si intendono esclusivamente del tipo AS, completi di certificato delle prove di tipo e di sovratemperatura.

Questa tipologia di quadro dovrà essere utilizzata in tutti i casi nei quali non è necessario garantire la continuità di esercizio dell'impianto; in tal caso, per le operazioni di manutenzione all'interno del quadro, dovrà essere tolta tensione, fermando l'impianto. Ove sia esplicitamente richiesta la continuità di esercizio, dovranno essere utilizzati quadri elettrici del tipo a scomparti fissi.

6.6.2 Caratteristiche costruttive

I quadri dovranno essere progettati, costruiti, collaudati e posti in opera, applicando integralmente le prescrizioni di cui al presente disciplinare, con le seguenti deroghe:

- Il quadro sarà realizzato da moduli standard in lamiera, all'interno dei quali saranno alloggiati tutti i componenti;
- La struttura, a seconda del numero di utenze da alimentare, potrà essere del tipo a pavimento, oppure del tipo a parete.
- Il grado di segregazione dovrà essere almeno del Tipo 2, secondo CEI 17/13-1;
- Ciascuna colonna dovrà essere dotata di vano risalita cavi, con ingresso e uscita cavi dal basso;
- Il grado di protezione meccanica dovrà essere:

IP - 31 per i quadri ubicati in cabina elettrica

IP - 55, ottenuto con portella esterna trasparente in cristallo temperato, per i quadri installati in impianto, sia all'interno di fabbricati, sia all'esterno.

- Le apparecchiature interne al quadro potranno essere o del tipo modulare, oppure del tipo scatolato.

6.7 Gruppi statici di continuità

6.7.1 Generalità

6.7.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire per la progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio degli alimentatori statici a corrente continua.

6.7.1.2 Norme

I gruppi statici e tutti i componenti oggetto della fornitura dovranno rispondere alle norme CEI/IEC in vigore all'assegnazione dell'ordine. Essi dovranno inoltre rispondere alle norme di legge, in quanto applicabili, in vigore all'assegnazione dell'ordine ed in particolare alle prescrizioni attinenti la sicurezza.

6.7.1.3 Garanzia

Il Fornitore garantirà che tutti i componenti oggetto della fornitura siano esenti da ogni difetto ed imperfezione ed in grado di funzionare correttamente fornendo le prestazioni nominali nei limiti delle tolleranze consentite dalle norme di costruzione adottate.

6.7.2 Caratteristiche costruttive

6.7.2.1 Caratteristiche Generali

I quadri saranno del tipo ad armadio adatti per fissaggio a pavimento accostato a parete e saranno dotati di doppia porta anteriore (la prima trasparente), protetti contro l'ingresso di polvere, corpi estranei ed animali.

Le porte saranno munite di guarnizioni di materiale anti-invecchiante, resistente alla corrosione e di maniglia con serratura a chiave. Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 2 mm.

I quadri saranno muniti di un telaio di base in profilati da annegare nel pavimento, cui saranno fissati mediante bulloni di ancoraggio compresi nella fornitura.

I quadri potranno essere sollevati per mezzo di opportuni golfari predisposti, senza che si verifichino deformazioni, e potranno essere spostati mediante scorrimento su rulli o tubi. Il posizionamento dei componenti e gli spazi andranno predisposti per consentire un agevole e sicuro accesso per le operazioni di manutenzione.

Inoltre nel quadro di distribuzione dovrà essere previsto uno spazio complessivo di riserva dell'ordine del 20% dello spazio utilizzato per eventuali futuri ampliamenti.

6.7.2.2 Accessibilità e segregazione apparecchiature

L'accesso alle apparecchiature avverrà dal fronte e la relativa ispezione/sostituzione dovrà risultare rapida e agevole.

Dovrà essere prevista la segregazione delle apparecchiature con setti e pareti in lamiera nei seguenti scomparti:

- Apparecchiature di interruzione e comando;
- Elettronica di potenza e controllo, strumenti.

Nell'ambito dei singoli scomparti dovrà essere garantito un grado di protezione minima IP-20, a portelle aperte tra componenti appartenenti a sistemi di categoria diversa (categoria 0 e I); questo al fine di consentire l'esecuzione delle tarature con quadri in tensione in condizioni di sicurezza.

6.7.2.3 Riscaldatori

La temperatura interna dei quadri dovrà essere mantenuta circa 5°C al di sopra di quella esterna per mezzo di opportuni riscaldatori, con disinserzione automatica a 25°C. Essi dovranno essere montati in posizione tale da non influenzare apparecchiature sensibili alla temperatura.

Tutti i riscaldatori saranno collegati su di un unico circuito, provvisto di interruttore generale e contattore controllato da un termostato.

6.7.2.4 Trattamento e verniciatura

Tutta la struttura metallica degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, secondo il seguente ciclo:

- sgrassatura;
- decappaggio;
- bonderizzazione/zincatura elettrolitica;
- passivazione;
- essiccazione;
- verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato, con colorazione finale RAL 7030. Lo spessore minimo della finitura dovrà essere di 50 micron.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151

Cerniere, viteria e bullonerie saranno in acciaio inossidabile o cadmate.

6.7.2.5 Materiali isolanti

I criteri di costruzione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione e all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti impiegati dovranno essere del tipo autoestinguente.

6.7.2.6 Targhe

Per ogni quadro dovrà essere prevista una targa indicante il contrassegno, in accordo con i disegni. Inoltre per ogni apparecchiatura sarà prevista una targhetta di identificazione.

Sarà prevista una targa con l'indicazione delle corrette sequenze di manovra.

Si dovranno infine prevedere le targhe antinfortunistiche con i valori di tensione e le indicazioni di pericolo.

6.7.2.7 Composizione del gruppo

Il gruppo sarà formato da:

- Trasformatore più raddrizzatore
- Batterie con tensione e autonomia di almeno 30 minuti, riferita alla somma delle potenze delle utenze sottese
- Quadretto di distribuzione.

6.7.2.8 Alimentazione Primaria

La variazione della tensione di alimentazione sarà del +- 10% del valore nominale.

6.7.2.9 Condizioni Di Servizio.

Le unità dovranno essere progettate per un servizio continuo altamente affidabile e dovranno erogare una potenza senza interruzione ed esente da transitori a tutte le condizioni operative del carico.

6.7.2.10 Caratteristiche delle utenze

Il gruppo avrà la funzione di erogare potenze in corrente continua alle seguenti utenze:

- Circuiti ausiliari di quadri di media e bassa tensione;
- Illuminazione di emergenza;
- Circuiti di blocco e strumentazione critica.

6.7.3 Caratteristiche generali e funzionali dei componenti

6.7.3.1 Trasformatore

Il trasformatore dovrà essere dimensionato per il funzionamento in servizio continuo. Dovrà essere completo di interruttori lato ingresso e uscita correttamente dimensionati per il regolare funzionamento e l'intervento in condizioni critiche.

6.7.3.2 Raddrizzatori carica batterie

Saranno del tipo interamente statico, preferibilmente del tipo a raffreddamento naturale.

Dove possibile, dovranno essere utilizzati componenti spinzabili. La disposizione dovrà permettere una facile sostituzione dei componenti. Dovrà essere possibile verificare e regolare i componenti principali senza rimuovere gli stessi dal pannello. Tutto l'equipaggiamento dovrà essere adatto per un servizio continuo.

La tensione continua in uscita dovrà sempre essere regolata tra $\pm 2\%$ per le seguenti simultanee variazioni:

- Carico da 0 a 100%;
- Tensione alternata in ingresso $\pm 10\%$;
- Temperatura ambiente tra 0 e 40°C.

Il contenuto di armoniche sarà minore o uguale al 5%. Il ripple (differenza tra i valori max e min della curva d'onda di tensione e il valore medio) sarà minore o uguale al 10%. In ogni caso la forma d'onda della tensione in uscita sarà tale da non danneggiare la batteria anche in caso di funzionamenti prolungati a carico trascurabile.

I raddrizzatori saranno completi di circuito limitatore di corrente con intervento regolabile tra 70 e 120% In, adatto a consentire le seguenti condizioni di funzionamento:

- Lasciare alla batteria l'erogazione delle punte di corrente eccedenti la portata del raddrizzatore;
- Consentire la ricarica della batteria con corrente non eccessiva anche in caso di batteria completamente scarica;
- Consentire il funzionamento di più raddrizzatori tra loro in parallelo senza pendolazioni.

6.7.3.3 Batterie Di Accumulatori

Saranno previste batterie al Ni-Cd con elettrolita liquido, di tipo ermetico.

Il banco di batterie dovrà avere una capacità ed un numero di celle adeguate per alimentare il carico per il tempo e nei limiti di tensione specificati.

Gli elementi contenitori dovranno essere trasparenti.

La fornitura dovrà comprendere uno scaffale in metallo plastificato e/o un armadio metallico, i normali accessori di manutenzione, tutti i cavallotti di collegamento tra gli elementi, i cavi di collegamento tra i vari piani.

Le batterie dovranno essere rese con gli elementi carichi e pronti all'impiego. Il posizionamento dovrà consentire un'agevole manutenzione.

Il locale di installazione delle batterie dovrà essere dotato di un impianto di estrazione aria, con portata commisurata al ricambio durante la carica a fondo.

6.7.3.4 Principio di funzionamento

Il carico sotteso al sistema sarà normalmente alimentato da rete nei limiti delle tolleranze prescritte nel seguito.

Il raddrizzatore provvederà alla trasformazione della tensione da 400 V alternata a 120 VCC

Nelle condizioni di normale servizio il sistema alimenterà le utenze attraverso la sezione distribuzione e provvederà a mantenere in carica le batterie stazionarie. Al mancare della tensione di rete il sistema provvederà ad alimentare, senza soluzione di continuità, il carico attraverso le batterie. In questa fase non dovrà essere consentita la carica a fondo delle batterie.

Al ritorno della tensione di rete il carico sarà nuovamente, e senza soluzione di continuità, alimentato da rete e il sistema passerà alla fase di carica a fondo delle batterie per il tempo necessario, per poi ritornare alla carica di mantenimento.

In caso di guasto del raddrizzatore ramo batteria, non dovranno verificarsi conseguenze di alcun genere sul carico

6.7.3.5 quadro di distribuzione

Il fornitore dovrà realizzare il coordinamento delle protezioni dell'intero sistema, nel rispetto delle indicazioni fornite dalle CEI 64-8, in funzione di:

- elenco completo delle utenze
- correnti di impiego
- lunghezze e sezioni dei collegamenti.

Le caratteristiche costruttive del quadro sono riportate nella specifica tecnica generale "Quadri di distribuzione BT" per quanto applicabile.

6.7.4 Collaudi

Il Fornitore dovrà redigere un certificato delle prove eseguite contenente tutte le indicazioni necessarie ed il risultato delle misure eseguite.

I collaudi saranno eseguiti nel rispetto delle norme di costruzione adottate ed includeranno almeno quanto richiesto di seguito.

Alcune prove andranno ripetute in campo sul sistema completamente montato secondo quanto indicato al punto 8 seguente.

I collaudi saranno ritenuti completamente espletati solamente dopo tale fase.

6.7.4.1 prove di collaudo

Il costruttore dovrà fornire il certificato di prove di tipo, che dovrà includere:

- prove di riscaldamento, della caduta di tensione, delle tensioni di blocco in senso diretto e inverso dei semiconduttori di potenza impiegati;
- prove per la determinazione dell'M.T.B.F. dei semiconduttori di potenza.

Le prove di accettazione comprenderanno quanto di seguito indicato.

Esame a vista della rispondenza al presente capitolato ed ai documenti tecnici di Progetto.

Verifica dei cablaggi con riferimento agli schemi

Prova con tensione a frequenza industriale da effettuarsi:

Tra fase e fase e tra ciascuna fase e massa, con tutti gli interruttori/ sezionatori chiusi, con semiconduttori cortocircuitati e/o isolati

Sull'apparecchiatura montata con interruttori/sezionatori aperti tra l'alimentazione e l'uscita

La prova avrà la durata di 1 minuto alla tensione di 2,5 KV. I circuiti ausiliari saranno provati con una tensione non inferiore a 1,5 KV.

Prove di isolamento con megger

Prove di funzionamento meccanico, per verificare il corretto funzionamento dei meccanismi di apertura, chiusura, estrazione degli interruttori e la funzionalità di tutti gli interblocchi.

Prove di funzionamento elettrico per accertare i corretti valori delle grandezze in uscita nelle diverse condizioni di funzionamento e il corretto funzionamento di tutti i circuiti elettrici di manovra, comando, interblocco, segnalazione e protezione.

Prove di corto circuito per verificare la selettività delle protezioni del sistema di distribuzione.

Prova termica, da eseguirsi a carico nominale, registrando l'incremento di temperatura dei semiconduttori.

Misura del livello di rumore alla distanza di un metro dai quadri

Misura della distorsione della forma d'onda della tensione di uscita dal gruppo di continuità e per quanto riguarda i raddrizzatori

Registrazione dei transitori della tensione di uscita del gruppo di continuità nelle seguenti condizioni:

Durante la commutazione da inverter a rete, con simulazione di guasto sull'inverter;

Durante la commutazione da rete a inverter;

Simulando la mancanza della rete in condizioni di funzionamento normale

Prove per la misura del rendimento del gruppo

Prova di capacità della batteria.

Rilievo del contenuto armonico della corrente assorbita dalla rete al 25-50-75-100% del carico nominale.

6.7.5 Montaggio in campo e messa in servizio

Consisterà nella installazione meccanica, allineamento, assiematura ed interconnessioni delle varie sezioni o apparecchiature spedite separatamente, per pervenire alla consegna dei quadri pronti per il collegamento dei cavi in entrata e uscita, pronti per la messa in servizio.

Prima della messa in servizio verranno effettuate le seguenti prove:

- Controllo a vista;
- Verifiche della corretta esecuzione dei collegamenti tra le sezioni assiemate;
- Prove di funzionamento meccanico ed elettrico;
- Taratura dei parametri di funzionamento.

6.7.6 Documentazione

Nel seguito vengono indicati i documenti che dovranno essere forniti a corredo del quadro:

Disegni costruttivi dei quadri (:fronte e pianta), contenenti le dimensioni significative e la disposizione dei componenti.

Sezione interna con la disposizione dei componenti e delle segregazioni

Schemi unifilari di ciascun pannello con indicate le caratteristiche dei componenti principali

Schemi funzionali e trifilari di ciascun pannello con indicate le caratteristiche di tutti i componenti di potenza ed ausiliari

Lista dei componenti

Bollettini e cataloghi illustrativi dei componenti

Elenco particolari di ricambio

Istruzioni di esercizio, montaggio, manutenzione di tutti i componenti

Certificati di collaudo

6.8 Quadri rifasamento automatico

6.8.1 Generalità

6.8.1.1 Campo di applicazione

La presente specifica contiene le principali regole da seguire nella progettazione, costruzione, collaudo, spedizione e montaggio dei quadri elettrici di rifasamento automatico per bassa tensione. I quadri oggetto della presente specifica si intendono esclusivamente del tipo AS, completi di certificato delle prove di tipo e di sovratemperatura.

6.8.1.2 Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature devono essere costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore al momento della definizione dell'appalto, ed in particolare con le seguenti:

- IEC 439-1/2, CEI EN 60439-1, CEI 17-13/1 per le apparecchiature
- IEC 831-1/2, CEI EN 60831-1/2, CEI 33-9/10 per i condensatori.

Devono anche essere considerate ed applicate tutte le norme inerenti i componenti ed i materiali utilizzati nonché le norme di legge per la prevenzione infortuni; in particolare il sistema di rifasamento dovrà essere marcato CE.

6.8.2 Dati tecnici

6.8.2.1 Condensatori

- Tensione nominale 400 V
- Potenza (da definire a cura Appaltatore per ottenere globalmente $\cos\phi > 0.9$)
- n° e potenza gradini di inserzione (da definire a cura Appaltatore)
- frequenza nominale 50 Hz
- tolleranza sulla frequenza -5 + 10%
- perdite $\approx 0.4 \text{ W/kVar}$
- sovraccarico di potenza 30%
- tensione di prova fra le armature per 10 1.75 Vn
- tens. di prova verso massa a 50 Hz per 1 3 kV
- collegamento trifase a triangolo

6.8.2.2 Regolatore automatico di potenza reattiva

- tensione nominale :220/240 V
- frequenza nominale :50 Hz
- tolleranza nella frequenza : -5 + 10%
- intervallo di inserzione :0,5/1 sec.

La scelta ed il dimensionamento dei condensatori deve tenere conto della presenza di apparati elettronici che utilizzano l'elettronica di potenza, come motori in cc o in c.a.a velocità variabile gruppi di continuità ecc., che introducono nella rete le distorsioni armoniche.

6.8.2.3 Caratteristiche Costruttive

Armadio in lamiera d'acciaio dello spessore di 2 mm composto da scomparti verticali, con separazione fra gli organi di controllo, comando e protezione dalle batterie di condensatori; grado di protezione meccanica IP-30 conforme alla specifica per "quadri elettrici modulari", di cui al Cap. F batterie condensatori agevolante sostituibili, del tipo a secco di qualità superiore, esenti da ogni sostanza venefica, suddivise in gruppi per assicurare gradini d'inserzione richiesti. Ogni condensatore protetto da proprio fusibile; predisposti alla scarica automatica verso terra, attraverso resistenza, al loro disinserimento.

contattori d'inserzione per servizio gravoso e carichi capacitativi regolatore automatico del fattore di potenza provvisto di relé fasometrico e con possibilità di regolazione della lunghezza e della posizione della fascia di insensibilità segnale voltmetrico derivato all'interno del quadro. Segnale amperometrico proveniente da TA esterno.

voltmetro con commutatore, cosfimetra e lampade di presenza tensione e altri eventuali segnali, riportati sul fronte

organi di sezionamento, comando e protezione predisposizione a morsettiera delle segnalazioni d'allarme e di funzionamento da duplicare su sistema di supervisione esterno, tra cui:

sistema modulante inserito

guasto regolatore fasometrico

guasto cumulativo

convertitore di misura di cosφ;

Il quadro deve essere di dimensioni tali da permettere un ampliamento del 20% della potenza delle batterie dei condensatori.

6.8.2.4 Accessori

Indicazione meccanica di posizione degli interruttori morsettiera per l'allacciamento dei cavi di potenza eventualmente raggruppate in proprio settore morsettiera di tipo componibile antiallertante per l'allacciamento dei cavi di comando e segnalazione eventualmente raggruppate in proprio settore morsettizzazione e amperometrici

apparecchi di sezionamento e fusibili di protezione per i circuiti ausiliari, commutatori, manipolatori, etc. numerazione dei conduttori, dei morsetti e siglature degli apparecchi internamente al quadro targhe pantografate esterne d'identificazione dei pannelli e dei servizi calotte isolanti per morsetti e punti di connessione agli apparecchi che risultassero in tensione a pannelli di chiusura settore asportati supporti di base per il montaggio a pavimento o supporti per l'ancoraggio a parete e relativi accessori di fissaggio di sollevamento continuità elettrica degli elementi di carpenteria metallica e delle basi metalliche dei componenti principali realizzate mediante viti incassate a caldo. Collegamento delle portelle metalliche alla struttura mediante treccia di rame avente sezione minima di 16 mm² sbarretta collettrice in Rame, completa di viti e rondelle e di attacco per il collegamento con 1a rete di terra generale, e per le derivazioni del conduttore di protezione dei cavi delle partenze

6.8.2.5 Documentazione da fornire

disegni d'assieme e d'installazione

disegni fronte quadro con ripartizione utenze e servizi

schemi elettrici unifilare e funzionali

caratteristiche organi di manovra e protezione montati

dati tecnici dei condensatori

dichiarazione di conformità delle apparecchiature fornite con i prototipi che hanno superato le prove di tipo

certificati delle prove di accettazione

elenco delle parti di ricambio consigliate per l'avviamento e la messa in esercizio e per due anni di esercizio

6.8.2.6 Collaudi

Collaudo da effettuarsi nello stabilimento di costruzione e consistente in prove di accettazione previste dalle norme CEL

Oltre alle prove caratteristiche precisate sulla Specifica Tecnica "Quadri elettrici secondari di B.T." vanno eseguite le prove d'inserimento dei gradini programmati di rifasamento e la verifica della corrente misura del valore del fattore di potenza,

Prove di accettazione previste dalle norme CEI per le batterie di condensatori; prove di funzionamento (misura cosφ, inserimento e disinserimento gradini per il regolatore).

6.9 Quadri di illuminazione

6.9.1 Norme di riferimento

Il quadro e i componenti in esso contenuti dovranno rispondere alle norme CEI, e ai disposti di legge pertinenti, in vigore alla data di assegnazione dell'ordine.

Si farà particolare riferimento alle seguenti norme: CEI-EN60439-1; CEI 64-8; CEI 17.13/1 Fasc. 1433.

6.9.2 Caratteristiche elettriche generali

Il quadro dovrà essere del tipo AS (CEI 60439-1), pertanto l'Assuntore dovrà presentare, in sede di offerta, copia delle certificazioni di prova atte a dimostrare quanto sopra.

- Tensione nominale di impiego: 220 V
- Sistema TNS
- Tensione nominale di isolamento 660 V
- Categoria di sovratensione 4a
- Corrente nominale dei circuiti principali: 100 A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 16 kA
- Grado di protezione IP-43, ottenuto con doppia portella, di cui quella esterna di tipo trasparente
- Forma di segregazione 2 ad eccezione dell'interruttore generale che sarà posto in un comparto separato (Si vedano le ulteriori precisazioni ai punti seguenti)
- Coefficiente di contemporaneità 100% (Corrente nominale di impiego delle sbarre derivate pari alla somma delle correnti nominali di impiego delle utenze alimentate)
- Carpenteria conforme alla specifica per "quadri elettrici modulari" di cui al Capitolo F.

6.9.3 Caratteristiche funzionali e costruttive

6.9.3.1 Caratteristiche Generali

Il quadro sarà realizzato in lamiera di spessore 20/10 mm, per montaggio a pavimento, in ingresso cavi dal basso.

Sarà compreso nella fornitura il telaio di base a cui andranno fissate le lamiere di fondo.

All'interno saranno previsti gli ancoraggi necessari per consentire un agevole e corretto collegamento e scollegamento dei cavi stessi al fine di evitare sollecitazioni alle terminazioni.

Tutti i cavi avranno il quarto conduttore gialloverde per il collegamento delle utenze alla rete di terra.

Ogni partenza, così come indicato nello schema unifilare allegato, sarà composta da:

- interruttore automatico differenziale e teleruttore per le alimentazioni luce;
- interruttore automatico differenziale per le alimentazioni prese luce.

La totalità delle normali operazioni di esercizio dovrà avvenire dal fronte del quadro a portella a chiusa.

L'accessibilità sarà anteriore mediante portella incernierata e dotata di serratura a chiave.

Le morsettiere di potenza per l'allacciamento dei cavi di alimentazione dei circuiti luce dovranno essere singolarmente protette con apposito involucro (IP3X).

Il cavo di alimentazione del quadro si attesterà direttamente sull'interruttore generale.

Non dovrà essere possibile l'apertura della portella anteriore con interruttore in posizione di chiuso.

Tutte le parti metalliche andranno connesse alla struttura del quadro mediante treccia di rame flessibile.

Il quadro sarà dotato di una bandella di rame per la messa a terra di tutte le apparecchiature elettriche.

La colorazione esterna sarà RAL7030 e il ciclo adottato dovrà prevenire la corrosione e il decadimento della verniciatura.

I materiali isolanti saranno del tipo autoestinguente e in grado di garantire la resistenza alla polluzione e all'invecchiamento.

Le targhe di identificazione saranno in laminato plastico con caratteri bianchi su sfondo nero e fissate con viti; esse consisteranno in:

- Targa di identificazione del quadro riportante la denominazione e la sigla che verranno comunicate dalla Committente.
- Per ogni unità funzionale targa esterna e interna, quest'ultima da posizionare in corrispondenza dei morsetti di potenza, riportante denominazione e sigla.

La fornitura si intende comprensiva delle targhe monitorie (riportanti, tra l'altro, i valori delle tensioni e la segnalazione di tensioni interconnesse), e antinfortunistiche in generale.

6.9.3.2 Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari verranno derivati dal cavo di alimentazione alla tensione di 220V c.a.

Sarà previsto un interruttore generale automatico di protezione.

I circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame rispondenti alla norme CEI 20-22, la sezione minima accettata è 1,5 mm² (2,5 mm² per i collegamenti amperometrici). Ciascun conduttore sarà identificato ad entrambi gli estremi.

I conduttori saranno fatti passare in canaline chiuse dimensionate per consentire future aggiunte nella misura del 50%.

Le morsettiere del tipo ad elementi componibili saranno fissate su profilati. I morsetti amperometrici saranno ponticellabili, quelli voltmetrici valvolati. Ciascuna morsettiera sarà identificata da apposita targhetta. Ogni morsetto andrà singolarmente identificato.

6.9.3.3 Caratteristiche apparecchiature

Gli interruttori saranno in esecuzione fissa.

La corrente nominale di impiego dei teleruttori in categoria AC3.

Gli strumenti indicatori saranno del tipo quadrato dimensioni 96x 96 mm,

Le segnalazioni verranno realizzate con segnalatori a led.

6.9.4 Collaudi

Durante il periodo di costruzione i quadri potranno essere soggetti a ispezioni della Committente.

I collaudi andranno eseguiti presso le officine del Costruttore nel rispetto delle norme CEI e comprenderanno quanto di seguito elencato:

- Controllo a vista della rispondenza ai documenti tecnici contrattuali e alle norme di buona tecnica.
- Verifica della rispondenza dei cablaggi agli schemi
- Prova con tensione a frequenza industriale
- Prove di funzionamento meccanico
- Prove di funzionamento elettrico

Il Costruttore redarrà un bollettino di collaudo riportante le prove eseguite, la strumentazione utilizzata e il risultato delle prove stesse.

6.9.5 Documentazione

L'Appaltatore, in via preliminare alla costruzione invierà alla Committente per approvazione i documenti riportati sull'allegato "Elenco documenti richiesti al fornitore" secondo la procedura delle allegate "Prescrizioni per disegni fornitori".

La documentazione relativa al quadro dovrà contenere:

Disegni costruttivi del quadro: vista frontale, e sezioni significative che consentano di identificare dimensioni pesi e rispondenza delle segregazioni.

Schema unifilare e funzionale di dettaglio, lo schema riporterà la numerazione di tutti i fili e morsetti, l'elenco di tutti i componenti e le loro caratteristiche di dettaglio, la legenda simboli.

Bollettini e cataloghi illustrativi dei singoli componenti riportanti le caratteristiche tecniche degli stessi quali, ad esempio, curve di intervento delle protezioni, dati tecnici degli interruttori, manuali di uso e manutenzione.

L'approvazione della Committente su tali documenti non solleva l'Appaltatore dalle proprie responsabilità in merito ad errori, omissioni, non rispetto delle norme o quant'altro possa pregiudicare il corretto funzionamento del quadro.

Prima della consegna del quadro l'Appaltatore consegnerà tali documenti nella versione as built unitamente ai bollettini delle prove eseguite.

La completezza della documentazione è condizione essenziale per la fatturazione.

6.10 Impianto forza motrice

6.10.1 Caratteristiche degli impianti elettrici

6.10.1.1 Ambiente Di Installazione

Agli effetti dell'ambiente specifico di installazione si richiede grado di protezione IP55 per le apparecchiature dell'impianto installate all'interno e all'esterno e IP68 per le apparecchiature sommerse.

6.10.1.2 Sicurezza degli impianti elettrici

Gli impianti e le apparecchiature devono essere costituiti tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente in cui devono essere installati e delle funzioni che devono adempiere.

Sugli elaborati di progetto sono indicate, nella maggioranza dei casi, caratteristiche, prestazioni e proporzionamento dei componenti.

Ove queste non siano definite l'installazione iniziale deve prevedere e consentire la possibilità di incrementi per futuri carichi, da valutarsi non inferiore al 20%.

Tutti i materiali devono essere nuovi e di buona qualità.

La buona esecuzione dell'impianto e la scelta dei materiali appropriati sono essenziali ai fini della sicurezza.

In particolare gli apparecchi ed i materiali impiegati devono essere idonei a resistere alle azioni meccaniche, chimiche, termiche alle quali possono essere sottoposti durante l'esercizio, considerando combinati gli effetti dovuti alla temperatura ed all'umidità.

6.10.2 Caratteristiche dei materiali per esecuzione di impianti e modalità di installazione

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità in commercio ed in particolare devono rispondere alle normative richieste.

L'Appaltatore è tenuto a precisare, prima dell'installazione: la Casa Costruttrice, il tipo, le prestazioni e le caratteristiche principali dei materiali che intende adottare.

In corso d'opera dopo l'aggiudicazione, la D.L. si riserva il diritto di richiedere all'Appaltatore ulteriori precisazioni e/o campionature, intese ad adeguare le caratteristiche dei materiali alle specifiche tecniche di capitolato.

6.10.2.1 Canalette portacavi in lamiera zincata

6.10.2.1.1 Caratteristiche Costruttive

Le canalette dovranno essere realizzate in conformità alla norma CEI 23-31.

Dovranno essere del tipo prefabbricato forata, in lamiera di acciaio zincata per immersione, costruite in elementi:

- rettilinei di 3 ÷ 4 metri di lunghezza, con asolature di unione sulle testate (in cantiere sarà ammessa solo la costruzione di elementi di lunghezza speciale, ricavati da elementi standard);
- in curva, diedri o piani, con piegatura possibilmente a raggio di curvatura continuo intorno al valore 300÷350 mm; le curve potranno avere ampiezza varie e cioè: 90° - 120° - 150° sia in senso verticale che orizzontale;
- di derivazione, a T oppure a croce (solo per elementi piani) con caratteristiche analoghe a quelle previste per gli elementi in curva.

Le canalette per cavi elettrici installate sia all'interno, sia all'esterno dovranno essere del tipo ad asolatura continua modulare, distribuita su tutta la superficie. Dovranno essere predisposte per l'applicazione del setto separatore per la distinzione delle diverse tipologie di cavi.

Le canalette per cavi di segnalazioni e comandi dovranno essere del tipo in lamiera piena.

Le canalette saranno dotate di coperchio nei tratti verticali ed orizzontali. Il coperchio dovrà essere sempre del tipo incernierato con dispositivi di chiusura a scatto (moschettoni) o avvitato a seconda delle richieste.

Le canalette dotate di coperchio dovranno avere il ponticello di messa a terra tra canalina e coperchio stesso, realizzato con cordina di rame 16 mm² o con altri sistemi idonei a garantire la continuità elettrica. Le cerniere o i moschettoni non sono considerati elementi idonei.

Si prevede l'impiego di canalette delle seguenti dimensioni trasversali di massima:

- 300 x 75 mm
- 200 x 75 mm
- 150 x 75 mm
- 100 x 75 mm
- 75 x 75 mm

6.10.2.1.2 Modalità di installazione

Di massima le canaline dovranno essere fissate alle strutture metalliche, in muratura, cemento, dei fabbricati con mensole in profilati di acciaio zincati, proporzionate in modo da reggere i carichi dovuti al peso proprio e al peso dei cavi, supponendo gli appoggi distanti 2 m.

Il fissaggio delle mensole alle strutture dovrà essere realizzato con staffe e controstaffe bullonate, escludendo l'impiego di pistole sparachiodi o di accoppiamenti eseguiti tramite saldature.

Per il fissaggio delle canalette chiuse alle mensole è sufficiente l'impiego di bulloni a testa tonda con dado e rondelle, da inserire in asole sul fondo o sul fianco delle canalette stesse.

Per le canalette a pioli è sufficiente l'impiego di staffe di ferro zincato da inserire sul fianco della canaletta stessa.

Per i fabbricati del tipo in cemento armato (tradizionale o prefabbricato) od in muratura, il fissaggio delle mensole alle pareti od ai travi potrà avvenire (previa specifica autorizzazione) con tasselli metallici ad espansione in quantità sufficiente alla sospensione dei carichi previsti.

6.10.2.2 Tubi protettivi - cassette - scatole

Per l'esecuzione degli impianti nelle varie zone di impianto, si prescrivono le seguenti regole (di massima):

- Tubi protettivi in acciaio (conduit), raccorderia in lega leggera pressofusa di tipo filettato e ispezionabile;
- Cassette di lega pressofusa ad imbocchi filettati con morsettiere interne e coperchio frontale avvitato;
- Guaina di protezione del tratto terminale di cavo fra il tubo conduit o la cassetta e la morsettiera lato utenza, del tipo flessibile, in PVC armato, con estremità dotate di raccordi filettati.

6.10.2.2.1 Tubi in Acciaio

Devono essere conformi alle tabelle UNI 3824 di tipo trafilato (conduit), abbondantemente zincati per immersione, secondo le tabelle UNI 5745.

Devono risultare privi di cordoni interni, di asperità esterne ed interne, di sbavature alle estremità.

Agli effetti della installazione detti tubi dovranno:

- essere solidalmente fissati contro le strutture per mezzo di idonei sistemi di attacco e cioè: graffette speciali di tipo Caddy per la parte in ferro, e graffette con tasselli metallici ad espansione (crimpets) per la parte in cemento, con un passo medio di $1,5 \div 2$ metri;
- avere curve e raccordi di tipo in lega leggera opportunamente filettati per realizzare cambiamenti di piano, giunzioni rompitratte e connessioni; tutta la raccorderia dovrà esser adeguata alle tubazioni impiegate e le tenute dovranno garantire un grado di protezione non inferiore a IP55;
- essere accuratamente filettati secondo le tabelle UNI 339, e le estremità accuratamente sbavate e rifinite, per evitare danneggiamenti dei conduttori durante la posa delle reti;
- essere posati e completati in ogni parte prima dell'infilaggio dei conduttori;
- essere dotati di elementi terminali flessibili di tipo corazzato a continuità elettrica certificata, con estremità filettate, in tutti quei collegamenti ad utilizzatori a vibrazioni o possibili spostamenti (motori - elettrovalvole). Si fa presente che il tratto flessibile dovrà essere sempre innestato sulla tubazione, resa inamovibile con fissaggio a strutture od a pavimento.

6.10.2.2.2 Cassette e Scatole

Devono essere idonee al tipo di impianto e di ambiente cui sono destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere i morsetti di giunzione.

Esse devono consentire il facile allacciamento dei cavi o dei conduttori facenti capo alle medesime.

Devono essere resistenti all'umidità, alle sovratemperature e agli urti.

Il grado di protezione delle cassette dovrà essere atto a garantire il grado di protezione richiesto per l'impianto (IP55).

Devono essere impiegate cassette aventi dimensioni minime di 80 mm di diametro, se rotonde oppure dimensioni di 70x70x35 mm, se rettangolari.

Si richiedono cassette in lega leggera.

6.10.2.2.3 Viti - bulloni - graffette

Devono essere di robusta costruzione, di norma in acciaio di buona qualità, ricoperti con rivestimento protettivo idoneo all'ambiente di installazione (cadmiatura o zincatura).

I bulloni e le viti dovranno sempre essere completi di rondella elastica e dovranno essere zincati a caldo per immersione.

Le graffette di fissaggio delle tubazioni dovranno essere zincate e non dovranno presentare asperità o sbavature che possano danneggiare il tubo; le staffette per il fissaggio dei tubi alle travature nei fabbricati industriali dovranno essere del tipo ad aggraffatura a pressione.

Per i tubi da prevedere contro i pilastri in cemento o le travature precomprese e copponi, non è consentito l'uso di pistole sparachiodi ma unicamente l'uso di tasselli metallici ad espansione da inserire entro fori ricavati con trapano con punta widia.

Per il fissaggio dei tubi alle travature metalliche, non è consentito né l'uso di pistole, né la foratura, né la saldatura dei dispositivi di fissaggio. Tutti i componenti dovranno essere fissati con supporti ad aggraffare oppure, se di notevoli dimensioni, con mensole dotate di controstaffe a pressione.

Le graffette di fissaggio dei tubi contro gli intonaci o le strutture in cls devono essere del tipo con base e collare, in modo che il tubo risultidistaccato di alcuni centimetri dalla superficie di fissaggio, per consentire la libera circolazione dell'aria. ed impedire la formazione di residui; in questo caso le graffette o i supporti dovranno essere in acciaio zincato a fuoco.

6.10.2.2.4 Mensole di supporto - carpenteria metallica

Le mensole, le traverse e le staffe, tutte di fornitura Appaltatore, devono essere in acciaio, di robusta costruzione e atte a sostenere i carichi previsti, opportunamente protette contro la corrosione, con trattamento di zincatura a caldo dopo la lavorazione secondo UNI 5744.

In particolare gli staffaggi delle canaline e/o strutture portacavi, dovranno essere zincati in accordo con le canaline stesse.

La progettazione esecutiva delle staffe, mensole, telai etc. è a carico dell'Appaltatore, che dovrà presentare le campionature prima di passare alla fase esecutiva di tutti gli staffaggi suddetti. L'Appaltatore dovrà produrre la documentazione di progetto e cioè: disegni, calcoli, dimensionamenti. A fine lavori dovrà produrre la certificazione dei calcoli di dimensionamento, firmata da professionista abilitato.

6.10.2.2.5 Rivestimenti protettivi per canaline - strutture - mensolame - carpenteria - bulloneria - accessoristica varia

I rivestimenti protettivi a cui l'Appaltatore dovrà attenersi sono i seguenti:

a) Zincatura a Caldo

Consistente nella immersione degli elementi in bagno di zinco fuso, secondo CEI 7-6 Classe "B" in modo da aderire almeno $350 \div 400$ gr/m2 di zinco sulle superfici.

E' il procedimento che deve essere previsto per tutto il materiale in oggetto, prefabbricato in officina, da impiegare per i componenti installati nei fabbricati.

b) Zincatura a Freddo

L'applicazione va fatta sempre su superfici sabbiato e consiste nella stesura di almeno 2 riprese di anticorrosivo epossidico allo zinco metallico oppure di pittura zincata siliconata.

E' il procedimento ammesso in cantiere per il ripristino della protezione su carpenteria prefabbricata, che ha subito piccoli adattamenti ed è sempre da sottoporre per l'approvazione della Direzione Lavori, ma solo per la componentistica di cui alla posizione precedente.

f) Cavi di alimentazione o potenza e cavi per segnalazioni e comandi

La scelta dei conduttori e dei tipi di cavo deve essere fatta sulla base dell'elenco che segue.

6.10.2.3 Cavi di potenza

6.10.2.3.1 Impianto in tubo

Si dovranno impiegare cavi flessibili multipolari tipo FG70R 0,6/1KV antifiamma secondo Norme CEI 20-13, 20-22 II, 20-37 PT 1.

Non è ammessa la posa di conduttori appartenenti a circuiti diversi ed ai sistemi diversi entro uno stesso tubo.

Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a 4 volte il diametro esterno del cavo per posa in tubo e $6 \div 8$ volte il diametro esterno del cavo per posa in canalina.

6.10.2.3.2 Impianti in canalina

Si dovranno impiegare cavi flessibili multipolari tipo FG70R 0,6/1KV antifiamma secondo Norme CEI 20-13, 20-22 II, 20-37 pt I.

Il raggio di curvatura minimo non deve essere inferiore a 6 - 8 volte il diametro esterno del cavo.

6.10.2.3.3 Impianti in canalina e tubo (percorsi misti)

Si dovranno prevedere gli stessi cavi di cui ai punti precedenti. Al momento del passaggio dalla canalina al tubo, si dovrà utilizzare raccorderia filettata in acciaio zincato, fissata ad un foro praticato nella canalina, in modo che il cavo risulti costantemente protetto, durante tutto il suo percorso.

6.10.2.4 Cavi per segnalazioni e comandi

I collegamenti elettrici saranno realizzati con cavi multipli di tipo FG70R 0,6/1KV antifiamma secondo Norme CEI 20-13, 20-22 II, 20-37 pt 1, del tipo schermato e, ove necessario per l'assenza di protezioni, armati.

I collegamenti elettrici tra gli strumenti e gli apparati di controllo saranno realizzati con cavi multipli, impiegando le seguenti sezioni e composizioni di cavi:

Comandi (DO)

Sezione (per lunghezze fino a 100m)..... 1,5 mm²

Sezione (per lunghezze oltre a 100m)..... 2,5 mm²

Tipo non schermato

Composizioni prevalenti 4 x 1,5 mm²

..... 12x 1,5 mm²

- Segnalazioni (DI)

Sezione 1 mm²

Tipo schermato sull'insieme

Composizioni prevalenti 2 x 1 mm²

3 x 1 mm²

5 x 1 mm²

7 x 1 mm²

10 x 1 mm²

12 x 1 mm²

24 x 1 mm²

- Misure e regolazioni (AI/A0)

Sezione 1 mm²

Tipo schermato sulle singole.....coppie e sull'insieme

Composizioni prevalenti 2 x 1 mm²

5 (2 x 1) mm²

6 (2 x 1) mm²

7 (2 x 1) mm²

10 (2 x 1) mm²

12 (2 x 1) mm²

I cavi saranno installati con le stesse procedure adottate per i cavi di potenza

6.10.2.5 Classificazione dei cavi in funzione dell'impiego e loro posa

Negli impianti trattamento acque i cavi elettrici vengono suddivisi nel modo seguente, in funzione delle rispettive funzioni:

Livello 1 (Elettronica)

Tutti i circuiti connessi al microprocessore, le reti e i sistemi di comunicazione in genere.

Livello 2 (Strumentazione)

Ingressi e uscite digitali = 48 Vcc e = 6 V ca

Ingressi e uscite analogiche 4 - 20 mA

Segnali da termocoppie, termoresistenze, convertitori di misura

Livello 3 (Comandi, Segnalazioni)

Ingressi e uscite digitali = 48 Vcc e = 6 Vca e = 110 Vca

Alimentazione analizzatori = 110 Vca

Alimentazione circuiti di relay, contattori, ecc.

Livello 4 (Alimentazione potenza e motori)

Tutte le alimentazioni in bassa tensione

Circuiti di potenza

Circuiti luce

Livello 5 (Media Tensione)

Circuiti di potenza in media tensione

Tutti i cavi di pari livello possono essere raggruppati nelle stesse passerelle e/o tubi conduit. In generale i cavi di differenti livelli devono essere posti in passerelle e/o tubi conduit separati. Qualora non sono possibili alternative, sono ammesse le seguenti eccezioni:

I cavi di livello 1 e 2, oppure i cavi di livello 2 e 3, oppure i cavi di livello 3 e 4, possono essere posati su un'unica passerella a condizione che siano separati da una barriera metallica (setto separatore) collegato a terra;

I cavi di livello 4 e 5 devono essere sempre in passerelle e/o conduit separati; le distanze dagli altri livelli devono comunque essere calcolate basandosi sulle condizioni peggiori (in mancanza di indicazioni dovrà essere adottata una distanza non inferiore a 500 mm). Più specificatamente per i sistemi di supervisione e controllo deve essere considerata la seguente suddivisione:
I cavi per i comandi di motori, elettrovalvole, ecc (ossia i cavi che collegano il macchinario con i sistemi di comando e blocco) devono viaggiare in passerelle separate dai cavi segnale (sia analogici, sia digitale)
La schermatura dei cavi è collegata a terra solo presso la morsettiera in ingresso al sistema di controllo
I collegamenti elettrici sono collegati in cavo multiplo, a partire dalle morsettiere degli apparati di controllo, fino alle cassette di smistamento in campo; tali cassette saranno situate in zona baricentrica dell'impianto, in modo che i collegamenti con i cavi singoli siano i più brevi possibili. Le cassette saranno in esecuzione stagna IP-55.

6.10.2.6 Prescrizioni per la posa in Opera dei Cavi

I cavi devono essere posati nella loro giusta posizione in accordo a quanto stabilito nella documentazione e nelle specifiche dettagliate di progetto.

Devono essere sistemati in modo tale da occupare il minore spazio possibile per permettere eventuali futuri ampliamenti.

Devono sempre rispettare il raggio di curvatura indicato nelle proprie specifiche tecniche, laddove non fosse indicato.

Ad esempio per i cavi di terra e di alimentazione il raggio di curvatura deve essere 5 volte il diametro del cavo.

I cavi che fanno il medesimo percorso devono essere legati tra di loro per mezzo di fascette in PVC con legature distanti 1,5 m circa. Le legature non devono intaccare il rivestimento esterno dei cavi.

Ogni cavo deve essere marcato su entrambe le estremità con una targhetta inamovibile, con scritta indelebile di tipo alfanumerico.

La siglatura da apporre sulle targhetta è indicata sulle tabelle cavi.

Per l'individuazione sicura e facile dei cavi lungo il percorso in passerella, devono essere applicate apposite targhe in materiale plastico, fascettate, ai cavi, con impressa la relativa sigla.

Tali targhetta sono da applicare:

- ogni 15 m di percorso rettilineo, per la parte in canaline;
- nei punti di smistamento all'interno, con presenza di più cavi;
- in alto e in basso nelle strutture di salita e di discesa.

Tutti i conduttori dei cavi devono essere identificati tramite contrassegni numerici ad anello di colore bianco e di diametro leggermente superiore al diametro esterno dei conduttori, o contrassegni tipo GRAFOPLAST.

6.11 Rete di terra

6.11.1 Norme di riferimento

La rete generale di terra ed i conduttori di protezione devono essere eseguiti in conformità con le norme in vigore ed in particolare:

- CEI 64-8
- CEI 5/423
- Dlgs 81/08
- Legge 186 del 01/03/68
- DM 37/2008

6.11.2 Caratteristiche costruttive

La rete di messa a terra deve essere unica per tutto il complesso. Ove sia disponibile una rete a servizio dell'impianto esistente, questa dovrà essere estesa e collegata alla nuova rete.

Il sistema di dispersione sarà realizzato con corda di rame nuda direttamente interrata a una profondità minima di 500 mm, integrata da spandenti e dai ferri di armatura delle strutture di fondazione opportunamente interconnessi.

I pozzetti dovranno essere dotati di chiusino carrabile con simbolo di terra e di barra di derivazione interna, a cui si collega lo spandente, con corda di rame tale da consentire l'agevole sconnessione anche a distanza di tempo. I pozzetti dovranno essere segnalati sulle strutture limitrofe, mediante opportuni cartelli che ne indichino la posizione.

Le giunzioni fra gli elementi del dispersore e i ferri di armatura delle strutture di fondazione saranno realizzati in corrispondenza delle piastre di chiamata predisposte dall'appaltatore delle opere civili.

Il dispersore, in quanto componente dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, e dovrà avere caratteristiche adeguate a quanto prescritto dalle norme relative.

6.11.2.1 Collettori di Terra

I collettori di terra rappresentano i punti di collegamento fra il dispersore, la rete dei conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali, e saranno costituiti da sbarre in rame e da morsetti. Dovranno essere dimensionati in funzione delle correnti di guasto che li possono percorrere.

Essi devono essere posti in posizione accessibile. I collegamenti devono essere apribili, per permettere le verifiche, ma solo mediante attrezzo.

6.11.2.2 Conduttori di protezione (pe)

I conduttori di protezione saranno realizzati con conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia. Essi dovranno collegare tutte le masse dell'impianto elettrico. I conduttori di protezione dovranno essere sempre distinti da quelli di neutro.

A titolo esemplificativo il conduttore di protezione sarà collegato ai seguenti componenti:

- barra di terra dei quadri elettrici;
- polo di terra delle prese;
- apparecchi illuminanti;
- cassette di derivazione;
- carpenterie contenenti apparecchi elettrici;

- carcasse di motori,
ed ogni altro contenitore di apparati elettrici o relative strutture metalliche di supporto.
Le sezioni minime dei cavi da impiegare sono quelle prescritte dalla normativa.
Sulle passerelle metalliche correnti all'interno in ambienti non umidi può essere anche realizzato con corda di rame nuda.

6.11.2.3 Conduttori equipotenziali (EQP e EQS)

I conduttori equipotenziali saranno realizzati con conduttori isolati, con guaina di colore grigio-verde. Essi dovranno collegare all'impianto di terra tutte le masse estranee (cioè le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico ma suscettibili di introdurre il potenziale di terra), e in particolare:

- passerella portacavi della distribuzione principale;
- passerella portacavi della distribuzione secondaria;
- tubazioni dei fluidi liquidi e gassosi, canalizzazioni per mandata e ripresa aria, serbatoi metallici nelle centrali tecniche;
- infissi ed altre parti metalliche dei locali elettrici;
- strutture metalliche di controsoffitti e pavimenti sopraelevati;

Qualora la massa estranea sia costituita da più parti collegate metallicamente fra loro, un collegamento equipotenziale andrà previsto tra ognuna delle parti (cavallotto) solo se il collegamento normale tra le parti non è in grado di garantire nel tempo una continuità metallica almeno pari a quella data dal collegamento equipotenziale. In ogni caso, un collegamento equipotenziale supplementare da 6 mmq va previsto in ogni locale da bagno o per collegare fra loro e l'impianto di terra tutte le masse estranee ivi presenti.

6.11.3 Prove e verifiche

6.11.3.1 Misure della resistenza di terra

L'Appaltatore ad inizio lavori, dovrà verificare la natura del terreno, misurarne la resistività e con i dati rilevati analizzare la correttezza del progetto da realizzare, incrementandone eventualmente le caratteristiche di dispersione.

L'Appaltatore dovrà effettuare la misura della resistenza di terra e presentare all'Ente locale di competenza la denuncia relativa debitamente compilata.

L'Appaltatore dovrà inoltre calcolare il valore della tensione totale di terra, data dal prodotto della resistenza totale di terra per il massimo valore della corrente di guasto a terra del sistema di media tensione, comunicato dall'Ente erogatore qualora tale valore superi :

- 60 V quando l'Ente erogatore non provveda all'eliminazione rapida dei guasti a terra;
- 150 V quando l'Ente erogatore provvede all'eliminazione dei guasti a terra entro 1s.

Se si rende necessario effettuare le misure di tensione di passo e di contatto, la Committente si riserva la facoltà di farla eseguire alla Ditta, alla quale riconoscerà un compenso da stabilire, o da altri; in ogni caso la Ditta è tenuta a fornire tutta l'assistenza necessaria.

6.11.3.2 Verifica dei Conduttori di Protezione ed Equipotenziali

L'Appaltatore dovrà verificare la conformità delle reti di conduttori di protezione ed equipotenziale al progetto e alle norme applicabili.

6.12 Impianti di illuminazione

6.12.1 Impianto all'aperto

L'impianto di illuminazione sarà costituito da corpi illuminanti per esterni, montati su pali o su mensole a parete.

Gli apparecchi di illuminazione esterna saranno costituiti da un complesso meccanico, elettrico e ottico che deve risondere ai seguenti requisiti:

- distribuire il flusso luminoso emesso dalle sorgenti luminose in modo da indirizzarlo, con il minimo delle perdite e nel modo desiderato, sulle superfici da illuminare
- controllare l'intensità della sorgente luminosa per evitare l'abbagliamento dell'utente della zona illuminata
- proteggere le lampade, il gruppo ottico e gli ausiliari elettrici contro l'azione nociva degli agenti atmosferici
- mantenere la temperatura di funzionamento della sorgente luminosa entro i limiti consentiti dalle corrispondenti norme di riferimento
- possedere caratteristiche meccaniche, elettriche e ottiche tali da renderlo idoneo all'impiego negli impianti in questione e assicurare una congrua durata e inalterabilità nel tempo delle stesse.

Gli aspetti relativi alla sicurezza elettrica, termica e meccanica sono oggetto della normazione internazionale (I.E.C.) Cenelec e nazionale (C.E.I.).

CEI 34-21 fascicolo n. 1034 novembre 1987 - Apparecchi di illuminazione - parte I: prescrizioni generali e prove

CEI 34-30- fascicolo n. 773 1-7-1986 - Apparecchi di illuminazione - parte II: requisiti particolari - apparecchi per illuminazione stradale

CEI 34-21 fascicolo n. 1164 febbraio 1989 (art. 9) per gli apparecchi destinati a contenere le lampade a vapore di sodio alta pressione 100 - 150 - 250 - 400 W.

Gli apparecchi di illuminazione per attestare la loro rispondenza alle Norme CEI mediante un Marchio di conformità IMQ, la concessione del quale è subordinata alle disposizioni dei regolamenti dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità.

6.12.1.1 Sistema ottico

Il sistema ottico ha lo scopo di modificare la distribuzione del flusso luminoso emesso dalle fonti luminose. Tale distribuzione può essere realizzata mediante i seguenti dispositivi, singoli o combinati tra loro.

Riflettori

Sono dispositivi che utilizzano la proprietà della riflessione (speculare, diffusa o mista) realizzati generalmente in alluminio purissimo anodizzato o vetro metallizzato.

Rifrattori

Sono dispositivi trasparenti, sotto forma di coppe prismatiche o di spessore differenziato, che utilizzano le proprietà della rifrazione della luce.

Dispositivo di regolazione

Gli apparecchi necessitano in genere di un dispositivo di regolazione della posizione della lampada, il quale ha lo scopo di:

- collocare le lampade, secondo la loro potenza e dimensione, in posizione corretta
- adattare la distribuzione luminosa dell'apparecchio ai requisiti dell'impianto.

Chiusura del gruppo ottico

La chiusura del gruppo ottico viene in genere determinata dai seguenti fattori:

- motivi di natura estetica
- motivi di "comfort visivo" in quanto il rifrattore attenua la luminanza della lampada: questo assume particolare importanza per gli apparecchi di illuminazione montati a bassa altezza
- motivi vari di ordine tecnico quali:

a) protezione delle lampade, dei riflettori e dei portalampade dagli agenti atmosferici e dalla corrosione

b) integrazione del sistema ottico come nel caso dell'azione congiunta riflettori - rifrattori.

Le coppe, sia in vetro che in materiale plastico, devono essere amovibili per consentire la sostituzione della lampada e la pulizia del vano ottico; l'operazione deve essere facile, tenuto conto delle difficoltà dovute all'altezza di installazione e, ad apparecchio aperto, la parte mobile deve rimanere solidale alla parte fissa dell'apparecchio.

La connessione deve essere dimensionata a sopportare la spinta del vento alla velocità di 150 km/h ed essere conforme, onde evitare la caduta, all'art. 3.6.3 della Norma CEI 34 - 33.

Portalampade

L'alloggiamento dell'attacco della lampada deve assicurare in permanenza la posizione corretta del centro ottico della sorgente luminosa nonché l'efficienza dei contatti elettrici per le diverse condizioni di utilizzazione nel tempo, particolarmente quando gli apparecchi sono soggetti a vibrazioni.

Corpo dell'apparecchio

La forma, le dimensioni, la natura e disposizione dei componenti devono:

- consentire una facile sostituzione e regolazione focale delle lampade
- assicurare la protezione delle lampade e degli accessori elettrici
- possedere un'ottima resistenza alla corrosione
- avere elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche e termiche
- non deformarsi sotto l'azione delle vibrazioni degli agenti esterni.

Fissaggio al sostegno

Il dispositivo di fissaggio deve far parte integrante dell'apparecchio e deve assicurare e mantenere inalterata nel tempo la posizione dell'apparecchio.

Può anche essere di tipo orientabile.

Per realizzare la protezione contro la scossa elettrica secondo Norma CEI 34-21 art. 2.2, gli apparecchi devono essere realizzati in classe II.

Gli apparecchi devono avere il seguente grado di protezione meccanici:

- vano ottico :IP 54
- vano ausiliari :IP 23

Sugli apparecchi di illuminazione devono essere indicati in modo chiaro e indelebile, in una posizione che sia visibile durante la manutenzione, i seguenti dati:

- marchio di origine
- tensione nominale
- temperatura ambiente nominale massima se diversa da 25°C (richiesto > 40°C)
- segno grafico per apparecchi di classe II, se applicabile
- simbolo del grado IP di protezione meccanica
- numero del modello o riferimento del tipo
- potenza nominale in watt e numero delle lampade e il loro tipo (importante)
- indicazioni relative a lampade speciali, se applicabili
- Segno grafico, se applicabile, indicante la distanza minima degli oggetti illuminanti (nel caso di proiettori).

Inoltre i morsetti devono essere chiaramente marcati.

Pali per illuminazione

I pali per illuminazione saranno realizzati in acciaio secondo la seguente normativa:

- Norma UNI - EN 40 (in 9 parti 1977 - 1985) limitatamente ai pali dritti di altezza nominale (1) = 20 m e pali con mensola (braccio) di altezza nominale < 18 m
- Legge 28/06/1986 n. 339 con relativo regolamento D.M. 21-3-1988 (v. in LET)
- D.M. 12/02/1982
- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 22631 - 24/05/1982
- Norma CEI 64-7 fascicolo n. 800 15/11/1986
- Norma CNR-UNI 10011-83
- Norma CNR-UNI 10022
- Norma CNR-UNI 7070

Per la protezione contro la corrosione sarà adottata la zincatura a caldo per immersione.

Mensole a muro e staffe a muro

Le mensole a muro e le staffe a muro sono da preferire ai pali nel caso in cui siano presenti strutture in cls o acciaio ed edifici.

6.12.2 Impianti all'interno di fabbricati

6.12.2.1 Impianto di illuminazione interna e prese

All'interno dei locali l'impianto di illuminazione sarà realizzato con armature stagne del tipo in poliestere con diffusore trasparente e tubi fluorescenti da 2 x 36 W completi di rifasatori. I cavi per la distribuzione saranno del tipo M1VV-K e saranno posati in tubi in PVC fissati a parete.

Nei suddetti locali sarà realizzato un impianto di distribuzione F.M. con prese da 2x16A+T-3X16A+T-3X32A+T.

L'impianto sarà alimentato da apposita linea realizzata con le stesse modalità sopracitate per le armature stagne.

6.12.3 Livelli di illuminazione

L'impianto dovrà essere dimensionato per garantire nelle diverse aree i seguenti livelli di illuminazione:

Illuminazione di emergenza.....	5 lux
Ambienti destinati a deposito.....	30 lux
Aree esterne di impianto.....	30 lux
Passaggi, corridoio, scale.....	50 lux
Aree di impianto in corrispondenza di macchine e apparecchiature.....	200 lux
Sala controllo, cabina elettrica, uffici	300 lux

6.13 Prove e verifiche sugli impianti elettrici

6.13.1 Norme di riferimento

Gli impianti elettrici, in corso di esecuzione e prima della loro messa in funzione, dovranno essere sottoposti a controlli e prove che ne confermino la perfetta funzionalità e la rispondenza ai dati di progetto.

Le prove dovranno essere condotte in conformità alle prescrizioni delle norme CEI, alle specifiche di capitolato ed a quanto indicato in dettaglio nei capitolati che seguono.

In ogni caso le prove da eseguirsi sono:

- verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di capitolato ed eventuali varianti;
- resistenza di isolamento;
- variazione di tensione da vuoto a carico;
- continuità di terra;
- resistenza di terra;
- misura dell'impedenza di guasto;
- sfilabilità dei conduttori;
- controllo coordinamento delle protezioni;
- controllo dello squilibrio fra le correnti di fase (max 10%).

Durante il corso dei lavori la Direzione lavori si riserva di effettuare prove e verifiche in particolare per le parti di impianto la cui accessibilità dovesse essere difficoltosa in sede di collaudo finale.

Queste prove non potranno in nessun caso essere utilizzate come prove di collaudo definitivo.

Tutte le prove saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore con strumenti ed apparecchiature di sua proprietà, da accertarsi da parte della Direzione lavori.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori le certificazioni di tutte le prove e misure su moduli appositi da sottoporre a preventiva approvazione.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare la verifica integrale o per campione.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti dovranno essere effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguire su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

6.13.2 Controlli e prove

6.13.2.1 Quadri di distribuzione energia elettrica M.T. e B.T. e pannelli prese F.M.

6.13.2.1.1 Controlli

- presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori;
- targa generale del quadro e della sbarra blindata;
- targhetatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto;
- messa a terra del quadro;
- continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessione alla barra di terra, sia fisse sia scorrevoli, per la messa a terra delle parti mobili;
- messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari se previsto;
- messa a terra delle armature e degli schemi di tutti i cavi collegati al quadro;
- corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro;
- funzionamento dell'eventuale impianto riscaldamento anticondensa, dei relativi organi di protezione e comando e dell'eventuale impianto di illuminazione degli scomparti;
- impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione;
- rispondenza delle fasi;
- presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro;
- taratura del relè di protezione e dei fusibili di protezione in base ai documenti di progetto;
- rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura;
- serraggio delle bullonature e delle derivazioni;
- meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco sia meccanici a chiave verificando contemporaneamente lo stato dell'eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto;
- tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto;
- polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi;
- collegamento dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista tecnico e meccanico, terminazione e ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capi corda;
- etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni e esterni al quadro;
- stato delle connessioni e delle terminazione dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro;

6.13.2.1.2 prove e collaudi

- Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari; - misure della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro;

- misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari;
- misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione;
- prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione;
- prova dei circuiti di protezione simulando i relativi interventi partendo da ogni organo di protezione per non escludere nessun collegamento del relativo circuito;
- controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo effettuandone la taratura;
- controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multiple;
- controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio.

6.13.2.2 Rete di messa a terra

6.13.2.2.1 Controlli

- Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee;
- qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra;
- serraggio della bulloneria in generale;
- presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione;
- uscite dal terreno dei conduttori di terra;
- corretta esecuzione delle protezioni e delle miscele e/o trattamenti anticorrosivi adottati.

6.13.2.2.2 Prove e collaudi

- Misura della resistenza di terra di ogni dispersore di terra a puntazza isolata dalla rete;
- misura in almeno 3 punti, della resistenza di terra della maglia di terra isolata dai dispersori a puntazza (da eseguire prima di mettere sotto tensione gli impianti);
- misura, in almeno 3 punti, della resistenza di terra dell'intero sistema di terra completamente connesso.

6.13.2.3 Impianti di illuminazione

6.13.2.3.1 Controlli

- Corretta installazione su ogni apparecchiatura degli organi di serraggio di coperchi e chiusure e degli organi di ancoraggio e/o sospensione.
- presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione;
- qualità delle connessioni elettriche dal punto di vista meccanico ed elettrico;
- corretta connessione a terra delle apparecchiature;
- perfetto bloccaggio delle connessioni agli apparecchi attuali con presa/spina.
- corretta contrassegnatura dei conduttori;
- verifica negli organi di comando unipolari che l'interruzione sia operata sul conduttore di fase;
- taratura degli organi di protezione di ogni circuito in base ai documenti di progetto.

6.13.2.3.2 Prove e collaudi

- Misura della resistenza di isolamento fase-fase e fase-terra di tutti i cavi della rete di distribuzione a monte delle protezioni dei singoli circuiti;
- misura della resistenza di isolamento fase-fase (valore minimo 2 Mohm) e fase-terra di tutti i cavi della rete distribuzione luce a valle delle protezioni dei singoli circuiti con tutti gli apparecchi illuminanti e i punti luce non collegati;
- misura della resistenza di isolamento dell'insieme fasi verso terra (valore minimo 0,5 Mohm), della distribuzione luce a valle dell'interruttore generale del quadro con tutti gli organi di protezione e comando chiusi e con tutti gli apparecchi illuminanti e i punti luce non collegati;
- prova in bianco di tutti i circuiti di comando ed ausiliari sia locali sia remoti;
- misura, in concomitanza con la misura del valore della tensione di alimentazione a monte, dei valori della corrente di esercizio ed eventualmente di spunto di ogni circuito;
- misura nella condizione di pieno carico del valore della tensione in arrivo al quadro di distribuzione locale contestuale con la misura del valore della tensione di rete;
- misura del valore della tensione disponibile ai morsetti della lampada più lontana per ogni circuito, in concomitanza con il valore della tensione di rete;
- controllo nei sistemi di distribuzione polifase, dell'equilibrio dei carichi sulle fasi a piena potenza ed eventuale correzione in caso di squilibrio;
- misura dei livelli di illuminamento nei punti caratteristici dei diversi ambienti.

6.13.2.4 Motori elettrici in c.a. e relative alimentazioni

6.13.2.4.1 Controlli

a) motori:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione;
- presenza della targhetta con la sigla del motore;
- confronto dei dati della targhetta del motore con quelli riportati sul relativo foglio dati caratteristiche, con particolare riferimento alle correnti nominali e di spunto;
- messa a terra del motore: sia quella interna alla morsettiera realizzata con il cavo collegamento, sia quella esterna con connessione diretta alla rete di terra;
- grado di protezione meccanica in base alle caratteristiche dell'ambiente;

- stato delle guarnizioni di tenuta delle scatole di connessione e della relativa bulloneria;
- libera rotazione del rotore (se possibile) a motore distaccato dalla macchina comandata e rilevazione di eventuali rumori che possano far pensare a danneggiamenti dei cuscinetti o ad attrito tra rotore statore;
- qualità delle terminazioni e bloccaggio del/dei cavo/i di connessione dal punto di vista elettrico e meccanico. Connessioni dei singoli conduttori al motore, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda, messa a terra degli schermi e dell'armatura dei cavi;
- sistema di lubrificazione dei cuscinetti;
- eventuale scaldiglia anticondensa;
- stato degli eventuali organi di supervisione e protezione eventualmente installati sulla macchina e delle relative connessioni.

b) Avviatori

- Controllo della targhetta di riferimento dell'avviatore con i dati dell'utenza collegata.
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazione e ancoraggio dei cavi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda. Corretta esecuzione del conduttore di terra dei cavi in presenza di riduttori di corrente toroidali.
- Contattori e interruttori liberi da blocchi ed in condizioni di lavoro regolari
- Taratura dei relè termici e degli altri eventuali relè di protezione, diretti o indiretti.
- Taratura dei fusibili di potenza ausiliari.
- Funzionamento (applicando tensione e rilevando i tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo e relativa taratura.
- Targhettatura di tutti i componenti dei circuiti interni al quadro.
- Serraggio dei bulloni sui circuiti di potenza (controllo a campione).
- Efficienza dei collegamenti di messa a terra.
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto.
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura. Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori nel caso di collegamento a relè di protezione o apparecchi di misura il cui funzionamento è legato ad un corretto collegamento delle fasi.

c) Ausiliari

- Stato delle connessioni e terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di supervisione e comando esterni all'avviamento ed al motore;
- stato delle tenute, coperchi di chiusura viti di bloccaggio delle custodie;
- contrassegnazione delle apparecchiature di comando e supervisione esterne all'avviatore ed al motore;
- stato degli eventuali relè ausiliari installati in quadri esterni relativi ai circuiti facenti parte della macchina oggetto del collaudo. Funzionamento (applicando tensione e rilevando i tempi di intervento) e relativa taratura dei relè a tempo.

6.13.2.4.2 Prove e collaudi

- Misura della resistenza di isolamento dei cavi di potenza e dei cavi di comando ivi compresi eventuali cavi multipolari comuni ad altri servizi;
- misura della resistenza d'isolamento degli avvolgimenti dei motori (valore minimo 1 Kohm per ogni volt di tensione di esercizio), eventualmente collegati ai relativi cavi di alimentazione;
- misura della resistenza di isolamento dei circuiti di potenza degli avviatori a circuiti chiusi;
- prove in bianco di tutti i circuiti di comando;
- prova dei circuiti di protezione simulando i relativi interventi, senza escludere cablaggi ed apparecchiature di alcun genere anche se fornite da terzi;
- controllo del senso di rotazione dei motori;
- rilevazione della corrente di spunto, della corrente a vuoto, della corrente a pieno
- carico, del valore della tensione di rete e della temperatura dei cuscinetti dopo 30
- minuti di funzionamento;
- verifica della presenza di eventuali vibrazioni e rumori.

6.13.2.5 Cavi elettrici b.t.

6.13.2.5.1 Prova di sfidabilità

Si prende in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive e si estrae un cavo in esso contenuto.

Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre con facilità e che ad estrazione avvenuta non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo. Per la prova si dovranno scegliere tratti non rettilinei.

Le prove devono essere estese a tratti di tubo di lunghezza totale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza complessiva dell'intera rete.

6.13.2.5.2 Verifica della resistenza di isolamento

Va eseguita:

- fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse;
- fra ogni conduttore di fase e la terra;
- per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento.

Le prove vanno effettuate:

- con tensione di circa 125 V per verificare su parti di impianti con tensione nominale inferiore o uguale a 50 V;
- con tensione di circa 500 V su parti di impianto con tensione nominale superiore a 50 V.

6.13.2.6 Cavi elettrici m.t.

Esame a vista per verificare la corretta messa in opera, i raggi di curvatura e le terminazioni

7. CAPO VII - VALVOLE E ATTUATORI

7.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

7.1.1 caratteristiche costruttive

Le valvole saranno:

- Per servizio intercettazione e regolazione del tipo a farfalla in esecuzione wafer;
- Per servizio di non ritorno del tipo a clapet in esecuzione wafer.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche funzionali delle singole parti.

7.1.2 valvole a farfalla

Le valvole saranno del tipo wafer con corpo in ghisa sferoidale GGG 40 oppure GS 500, albero in acciaio inossidabile, otturatore in acciaio inossidabile Aisi 316, sede di tenuta in EPDM.

Per le valvole manuali l'azionamento sarà previsto al leva per i diametri fino al DN 200, con riduttore manuale a volantino per i diametri superiori.

Le valvole non saranno utilizzate in servizio di fine linea e dovranno essere marcate CE categoria III come richiesto dalla direttiva 97/23/EC (detta CE/PED) entrata in vigore il 29.05.2002.

7.1.3 valvole di non ritorno

Le valvole saranno del tipo a clapet in esecuzione wafer con corpo, albero ed otturatore in acciaio inossidabile Aisi 316, o-ring in NBR.

Le valvole non saranno utilizzate in servizio di fine linea e dovranno essere marcate CE categoria III come richiesto dalla direttiva 97/23/EC (detta CE/PED) entrata in vigore il 29.05.2002.

7.1.4 Azionamento pneumatico

Ove necessario le valvole saranno complete di attuatore pneumatico.

Esecuzione a doppio effetto idoneo per aria alimentazione minima 6 bar.

Completo di comando manuale per la manovra d'emergenza a volantino.

Completo di elettrovalvola.

Completo di n. 2 microinterruttori stagni per segnalazione valvola aperta/chiusa. Gli attuatori pneumatici dovranno essere costruiti da aziende certificate ISO 9001 per la progettazione e costruzione di attuatori pneumatici.

7.1.5 Azionamento elettrico

Ove necessario le valvole saranno complete di attuatore elettrico.

Esecuzione con grado di protezione IP 68.

Esecuzione di tipo "smart" configurabile e tarabile senza aprire nessuna custodia.

Completo di n. 2 display a cristalli liquidi.

Completo di comando manuale per la manovra d'emergenza a volantino.

Completo di funzione teleinvertitrice e pulsantiera.

Completo di scheda elettronica in grado di ricevere un segnale 4-20mA, far posizionare la valvola, e ritrasmettere il grado di posizione della valvola con un segnale di ritorno in 4-20 mA.

7.2 Specifiche generali

Le apparecchiature dovranno essere fabbricate da ditte specializzate che operano in sistema di controllo qualità ISO 9001 per specifico prodotto. Le apparecchiature dovranno essere fabbricate in conformità delle norme vigenti in ambito Europeo, le norme accettate saranno le ISO, UNI, ASTM, DIN, ASNOR, BS, ASME, IEC, CE, CE/PED.

7.2.1 Controlli e prove

Durante tutto il periodo di fabbricazione delle apparecchiature i tecnici della Direzione Lavori devono avere libero accesso, preavvisando la ditta costruttrice con 7 gg. lavorativi di anticipo, presso lo stabilimento di produzione per poter controllare lo stato di avanzamento della produzione. In ogni caso la ditta costruttrice dovrà sottoporre le proprie apparecchiature a controlli e prove di seguito citate. Verifica dei getti grezzi, che dovranno risultare privi di cricche e soffiature ed esenti da difetti di fusione e da qualsiasi irregolarità riscontrabile ad un attento esame visivo. Controllo dimensionale delle apparecchiature, che dovrà riscontrare omogeneità tra i disegni esecutivi e le apparecchiature stesse.

7.2.2 Marcatura

Sul corpo delle valvole dovranno essere impresse su targhette in modo indelebile le seguenti informazioni:

- il nominativo della ditta produttrice
- il modello della valvola
- il DN diametro nominale
- il PN pressione nominale.
- il materiale di costruzione dell'apparecchiatura
- marcatura CE/PED cat. III
- Sul carter degli azionamenti pneumatici e/o elettrici dovranno essere impresse su targhette in modo indelebile le seguenti informazioni:
 - il nominativo della ditta produttrice
 - il modello dell'attuatore
 - marcatura CE

7.2.3 collaudo

Il collaudo dovrà tenersi presso lo stabilimento di produzione delle valvole, e salvo rinuncia espressa, dovrà essere presenziato da tecnici della ditta committente e della direzione lavori.

Il collaudo conterà delle seguenti prove da eseguirsi sulle apparecchiature oggetto fornitura.
 Verifica visiva e dimensionale della corrispondenza tecnica tra le apparecchiature in fase di collaudo e le caratteristiche tecniche evidenziate nel seguente capitolato.
 Prova di funzionalità delle valvole complete di azionamento.
 Dopo la prova funzionale si procederà alle prove di tenuta e del corpo valvola.
 La prova di tenuta idraulica sarà eseguita con fluido di prova acqua a temperatura ambiente, alla pressione massima ammissibile della valvola = PN per un tempo non inferiore ai 15 minuti, tale prova dovrà essere eseguita in maniera bidirezionale(ad eccezione delle valvole di non ritorno) e per essere superata le valvole non dovranno avere perdita di nessuna goccia d'acqua nei due sensi di flusso.
 La prova di tenuta del corpo valvola sarà eseguita con l'otturatore della valvola in posizione di apertura con fluido di prova acqua a temperatura ambiente, alla pressione di 1.5 volte quella massima ammissibile della valvola =1.5 x PN per un tempo non inferiore a 15 minuti, per essere superata tale prova, le valvole non dovranno avere perdita di nessun genere dal corpo, dalla zona albero superiore e dalla zona albero inferiore, ove esistente.
 Il numero delle valvole da sottoporre a collaudo viene fissato in n. 10 pezzi per ogni cento oggetto della fornitura.
 Le valvole da collaudare saranno scelte a campione dal lotto di fornitura dalla direzione lavori.

7.2.4 Certificazioni

A corredo della fornitura, pena la non accettabilità della stessa da parte della direzione lavori, dovranno essere emesse le certificazioni di seguito evidenziate.
 Certificato di avvenuto collaudo con modalità come descritto nel paragrafo 3.3.
 Certificato di conformità dei materiali.
 Certificato garanzia qualità ISO 9001.
 Certificato di compatibilità elettromagnetica 89/336/EEC e dichiarazione di incorporazione direttiva macchine 89/392/EEC per le apparecchiature complete di attuatori pneumatici e/o elettrici.
 Certificato in ottemperanza alla direttiva 97/23/EC (detta CE/PED) cat. III.

8. CAPO VIII - AGITATORI VERTICALI

8.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

8.2 Caratteristiche costruttive

L'agitatore verticale è essenzialmente costituito da:

- motore elettrico;
- riduttore e piastra;
- albero ed elica;

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

8.2.1 Motore Elettrico

Il gruppo, se non specificato altrimenti, è generalmente costituito da un motore elettrico normalizzato UNEL-IEC in esecuzione IP55.
 Il motore sarà del tipo a ventilazione forzata con ventola e griglia superiore di evacuazione dell'aria.
 Il motore sarà completo di morsettiera stagna completa di passacavo.

8.2.2 Riduttore e Piastra

Il motore sarà flangiato direttamente al gruppo di riduzione.
 Il riduttore potrà essere di tipo coassiale o a vite senza fine con ruota elicoidale e conterrà i supporti per il sostegno dell'albero.
 Il riduttore sarà del tipo in bagno d'olio con serbatoio dotato di spia visiva o altro idoneo dispositivo di misura del livello.
 Il riduttore sarà dotato di flangia inferiore per il posizionamento e l'ancoraggio sulla piastra di appoggio.

8.2.3 Albero ed Elica

L'albero sarà di tipo smontabile con giunto di collegamento nel punto prossimo al riduttore. L'albero dovrà essere equilibrato dinamicamente.
 Nel caso siano richiesti giunti intermedi, essi dovranno essere realizzati mediante inserimento di giunti o flangie calibrate.
 L'elica sarà fissata all'albero mediante viteria che ne permetta lo smontaggio.
 In caso di rivestimento antiacido l'elica e l'albero saranno collegati stabilmente in modo da non introdurre elementi di frizione e possibile intaccamento corrosivo.
 Il materiale di costruzione e rivestimento dell'albero e dell'elica sarà selezionato in base alle seguenti indicazioni, dove applicabili. Nei casi non considerati si farà riferimento alle specifiche costruttive del fornitore che dovrà garantire la compatibilità.
 In ogni caso l'elica e l'albero dovranno essere realizzati nello stesso materiale e dovranno avere lo stesso rivestimento protettivo superficiale.

Funzione	Materiale parti immerse	Rivestimento
Denitrificazione	acc. carbonio	verniciatura epossidica
Miscelazione calce/bentonite	acc. Inox AISI 304	/
Miscelazione ipoclorito	acc. inox AISI 304	ABCITE o equiv.
Miscelazione cloruro ferrico	acc. inox AISI 304	ABCITE o equiv.
Miscelazione in ambienti acidi o corrosivi	acc. inox AISI 304	Ebanite/PVDF

8.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere dimensionate per il funzionamento continuo.

Il dimensionamento e la scelta delle macchine saranno effettuati in base all'esperienza del fornitore che dovrà garantire le rese di processo richieste.

Indicativamente dovranno essere garantite le seguenti potenze specifiche di agitazione:

denitrificazione	10 W/m ³
sospensione fanghi	20-25 W/m ³
miscelazione rapida reagenti	> 100 W/m ³
flocculazione	2-5 W/m ³

Le velocità di rotazione massime applicabili nei singoli casi sono le seguenti.

denitrificazione	100 rpm
sospensione fanghi	non influente
miscelazione rapida reagenti	1500 rpm (consentito accoppiamento diretto motore - miscelatore)
flocculazione	20 rpm

Miscelatori di tipo ad elica marino con ridotto diametro ed elevata velocità di rotazione (> 200 rpm) sono consentiti unicamente per le funzioni di preparazione di reagenti solidi (calce, bentonite) e flah-mixing di reagenti (coagulazione, disinfezione).

In tutti gli altri casi dovranno essere previste eliche a turbina multipala, a profilo SABRE o equivalente con velocità di rotazione inferiore a 200 rpm.

8.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- dimensioni vasca (l x L x h)	m
- agitatori/vasca	n
- funzione del miscelatore	
- tipo di elica	
- numero di pale dell'elica	n
- diametro elica mm	
- velocità di rotazione elica	rpm
- portata idraulica-spinta	m ³ /h-N
- potenza installata	kW
- numero di poli motore	n
- lunghezza albero	m
- massa Kg	
- materiali di costruzione	
- elica	
- albero	
- protezione superficiale	

8.5 Prescrizioni per il montaggio

L'ubicazione dei miscelatori all'interno delle vasche dovrà essere definita in accordo con il fornitore nel rispetto dei seguenti requisiti:

- ottimizzazione della resa energetica mediante studi fluidodinamici;
- possibilità di accedere facilmente alla motorizzazione onde consentire la manutenzione programmata;
- possibilità di accedere alla macchina con mezzi di sollevamento idonei che ne consentano l'inserimento e l'estrazione senza ostacoli (opere in c.a., griglie, impianti elettrici) in caso di necessità;
- possibilità di smontare l'albero e l'elica senza procedere allo smontaggio o smantellamento di parti strutturali esterne alla macchina.

In tutti i reattori di tipo cilindrico dovranno essere inseriti frangiflutti, secondo le specifiche del fornitore.

8.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio, consigliate

8.7 Campi di impiego

Consigliato

- denitrificazione
- disinfezione
- coagulazione
- flocculazione
- miscelazione reagenti
- sospensione calce/bentonite

Possibile

- sospensione fanghi

9. CAPO IX - APPARECCHI DI MISURA

9.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

9.2 Caratteristiche generali

Gli apparecchi di misura di seguito descritti devono essere individuati sulla base delle singole condizioni di installazione e necessità. Per gli stessi, indistintamente, è necessaria la certificazione CE e deve essere garantita la tipologia di alimentazione a 220 V.

Le tipologie considerate possono essere così raggruppate:

- misuratori di portata elettromagnetici;
- misuratori di portata e di livello ad ultrasuoni;
- analizzatori;
- accessori

9.2.1 Misuratore di Portata Elettromagnetico

Il misuratore di portata elettromagnetico è un apparecchio costituito da un misuratore primario ed un convertitore a microprocessore. Quest'ultimo può essere montato sul primario o separato a seconda delle situazioni.

Il misuratore primario, in acciaio fuso verniciato, deve essere dotato di flange in acciaio al carbonio e rivestito internamente in PTFE o gomma dura per H₂O al variare del diametro. Esso, costituito da elettrodi in acciaio AISI 316 ti, deve soddisfare un campo di misura continuamente selezionabile tra 0,5 e 10 m/sec. Ulteriori caratteristiche del primario devono essere:

- Massima deviazione di portata: = 0,5 % del valore istantaneo.
- Riproducibilità: = 0,5 % del valore istantaneo.
- Minima conducibilità: 5 microns/cm
- Grado di protezione: IP67

L'installazione dovrà essere effettuata in tubo rettilineo nel rispetto delle quantità:

- A monte > 10 DN (Misuratore primario)
- A valle > 5 DN (Misuratore primario)

Il convertitore a microprocessore, dotato di custodia in esecuzione stagna IP67, dovrà garantire la protezione dei dati in assenza di alimentazione mediante sistema EEPROM. A seconda delle condizioni sarà opportuno rispettare differenti possibilità di alimentazione:

115 V ÷ 230 Vca -15%+10%

24 V ÷ 48Vca -15%+10%

50/60 Hz ± 6%

24 Vcc ±30%

Il convertitore sarà dotato di indicatore LCD illuminato a caratteri alfa numerici per l'indicazione di portate bidirezionali istantanee e totalizzate / messaggi interattivi / messaggi diagnostici. Il segnale in uscita dovrà essere analogico (4-20 mA) e digitale (optoisolato passivo/attivo per totalizzazione esterna), garantendo la separazione galvanica dei segnali in uscita dal circuito d'ingresso.

Il protocollo di comunicazione dovrà essere del tipo HART, SERIALE RS 485 o PROFIBUS - PA.

Nel caso di convertitore a microprocessore separato, si dovrà provvedere all'installazione a parete ed al collegamento con cavo al primario.

9.2.2 Misuratore di Portata e di Livello ad Ultrasuoni

Il misuratore ad ultrasuoni consente la misura del livello o della portata al variare del software in dotazione. In entrambi i casi è un apparecchio costituito da una centralina ed un trasduttore, la cui affidabilità resta garantita dalla sola installazione in corrispondenza di profilo Venturi.

La centralina, da installare a parete con custodia IP 65, dovrà essere idonea a coprire un campo di misura per i liquidi fino a 15 m e per i solidi fino a 7,5 m, in funzione del trasduttore e delle condizioni di impiego, con un valore minimo di 300 mm. I dati dovranno rimanere memorizzati in una EEPROM in assenza di alimentazione. Essa sarà dotata di display digitale a cristalli liquidi, conta ore e conta avviamenti per ogni apparecchiatura asservita. La programmazione deve avvenire a mezzo di calibratore all'infrarosso removibile. Ulteriori caratteristiche devono essere:

- Massima deviazione di portata: = 0,5 % del valore istantaneo
- uscita analogica: 4÷20 mA
- precisione: 0,25% del campo di misura
- contatti: N° 5 indipendenti SPDT 5A-220V/50Hz non induttivi, singolarmente programmabili
- temperatura ambiente: -20 a + 60°C

Il trasduttore deve essere costituito da cristalli al titanio incapsulati in una custodia di POLIPROPILENE o KINAR ed essere in grado di sopportare la max temperatura di lavoro 24 ore su 24 da -20°C a +65°C e da -40°C a +95°C, in funzione degli intervalli del campo di misura (max 0,3 - 15 m). Esso, caratterizzato da frequenza di lavoro pari a 43 KHz, dovrà essere dotato di sonda di compensazione di temperatura e garantire un grado di protezione IP68.

9.2.3 Analizzatori

Gli analizzatori dei principali elementi caratteristici del liquame, a differenza dei misuratori di cui ai paragrafi precedenti, possono avere installazione di tipo "locale" ed essere costituiti da una centralina ed un sensore, ovvero avere installazione di tipo "periferico" ed essere costituiti da una centralina alimentata tramite campione.

Si riporta di seguito una breve descrizione degli analizzatori più comunemente in uso presso gli impianti di trattamento delle acque.

9.2.4 Analizzatore di PH o REDOX

L'analizzatore di PH o di REDOX è un apparecchio costituito da una centralina elettronica ed un sensore a diretto contatto con il fluido in esame.

A meno del software di elaborazione, l'apparecchio ha le stesse caratteristiche per la lettura dei due parametri e, se necessaria la valutazione di entrambi, può essere configurato per il collegamento dei due relativi sensori alla medesima centralina.

La centralina deve essere dotata di display a doppia indicazione digitale con possibilità di compensare la temperatura automaticamente nel campo $-10 + 110^{\circ}\text{C}$; essa avrà uscita analogica 4-20 mA, precisione pari a $\pm 0,25\%$ del fondo scala, e verrà installata a parete o palina o su pannello in custodia IP 66.

La taratura sarà possibile a 1 o 2 punti con correzione di verifica di efficienza degli elettrodi. Dovranno essere previsti due contatti di cui n°1 da relè di allarme con set point programmabile ed n°1 contatto per la gestione del ciclo di lavaggio; questo avrà frequenza impostabile ogni 15 minuti (min) e durata impostabile a 15 sec (min).

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da -20 a $+55^{\circ}\text{C}$ con umidità fino al 95% non condensante.

A seconda che l'analizzatore sia di PH o di REDOX, inoltre, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- campo scala (PH): configurabile fino ad uno span minimo di 2 pH nel campo totale 0-14 pH
- campo scala (REDOX): configurabile fino ad uno span minimo di 100 mV nel campo totale ± 1000 mv
- risoluzione (PH): 0,1 pH
- risoluzione (REDOX): 1 mV

Il sensore dovrà essere in vetro con elettrodo di riferimento ricaricabile, completo di compensatore di temperatura Pt100. Per entrambi i fattori di misura si potrà prevedere l'installazione ad immersione o quella a deflusso, sempre comprendendo idoneo ugello di lavaggio. Il campo di misura dovrà rientrare nei limiti 0-14pH e ± 1000 mV a seconda del tipo di sensore.

L'installazione ad immersione dovrà essere eseguita all'interno di un tubo di supporto in polipropilene rinforzato con fibre di vetro, per una lunghezza d'immersione compresa tra 1 e 3 m, compatibile con temperature di esercizio variabili nell'intervallo $0-80^{\circ}$.

L'installazione a deflusso, invece, avverrà all'interno di un portacella in PVC con corpo in polipropilene rinforzato con fibre di vetro, completo di attacco filettato 2x1/2" NPTF, compatibile con temperature di esercizio variabili nell'intervallo $0-100^{\circ}$ ed una pressione di 2 bar.

9.2.5 Analizzatore di Ossigeno disciolto

Analogamente a quanto suddetto, l'analizzatore di Ossigeno disciolto è un apparecchio costituito da una centralina elettronica ed un sensore a diretto contatto con il fluido in esame.

La centralina deve essere dotata di display a doppia indicazione digitale con possibilità di compensare automaticamente la temperatura nel campo $0 \pm 40^{\circ}\text{C}$ e la salinità nel campo $0 / 40\%$ parti per 1000; essa avrà uscita analogica 4-20 mA, precisione pari a $\pm 0,25\%$ del fondo scala, e verrà installata a parete o palina o su pannello in custodia IP 66.

Dovranno essere previsti due contatti di cui n°1 da relè di allarme con set point programmabile ed n°1 contatto per la gestione del ciclo di lavaggio; questo avrà frequenza impostabile ogni 15 minuti (min) e durata impostabile a 15 sec (min).

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da -20 a $+55^{\circ}\text{C}$ con umidità fino al 95% non condensante.

Il campo scala dovrà essere configurabile fino ad uno span minimo di 3 ppm o 30% di saturazione nel campo totale 0-20 ppm o 0-200% di saturazione.

Il sensore, completo di compensatore di temperatura Pt100, potrà prevedere l'installazione ad immersione o quella a deflusso, sempre comprendendo idoneo ugello di lavaggio.

L'installazione ad immersione dovrà essere eseguita all'interno di un tubo in PVC fissato a bordo vasca mediante idonea staffa, per una lunghezza d'immersione compresa tra 1 e 3 m, compatibile con temperature del fluido pari al massimo a 40°C e pressione atmosferica. Per applicazioni in presenza di notevoli quantità di solidi in sospensione, sarà necessario completare l'installazione ad immersione con un sistema di protezione del sensore del tipo "Floating ball".

L'installazione a deflusso, invece, avverrà all'interno di un portacella in PVC con corpo in polipropilene rinforzato con fibre di vetro, completo di attacco filettato 2x1/2" NPTF, compatibile con temperature di esercizio variabili nell'intervallo $-5/+40^{\circ}$ ed una pressione di 2 bar.

9.2.6 Analizzatore di Conducibilità

Anche l'analizzatore di Conducibilità è un apparecchio costituito da una centralina elettronica ed un sensore.

La centralina deve essere dotata di display a doppia indicazione digitale con possibilità di compensare automaticamente la temperatura con correzione a coefficiente variabile; essa avrà uscita analogica 4-20 mA, precisione pari a $\pm 0,25\%$ del fondo scala, e verrà installata a parete o palina o su pannello in custodia IP 66, completa di due contatti programmabili.

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da -20 a $+55^{\circ}\text{C}$ con umidità fino al 95% non condensante.

Il campo scala dovrà essere programmabile in funzione della costante di cella impiegata tra i range min 0-1 μS e max 0-1000 μS per $K = 0,1$ e min 0-10 μS e max 0-10000 μS per $K = 1$.

Il sensore, completo di compensatore di temperatura Pt100, sarà del tipo ad elettrodo al carbonio in corpo di resina epossidica, con costante di cella $K=1$ o $K=0,1$ e potrà prevedere l'installazione ad immersione, a deflusso o in linea.

L'installazione ad immersione dovrà essere eseguita mediante idonea staffa regolabile, compatibile con temperature massime di esercizio pari a 90°C .

Le installazioni a deflusso o in linea, complete di attacco filettato 2x1/2" NPT, dovranno essere compatibili con temperature massime di esercizio pari a 100°C ed una pressione max di 6,6 bar.

9.2.7 Analizzatore di Torbidità

La centralina dell'analizzatore di torbidità deve essere dotata di display a doppia indicazione digitale con uscita analogica 4-20 mA, precisione pari a $\pm 0,25\%$ del fondo scala, e verrà installata a parete o palina o su pannello in custodia IP 66.

Dovranno essere previsti due contatti di cui n°1 da relè di allarme con set point programmabile ed n°1 contatto per la gestione del ciclo di lavaggio; questo avrà frequenza impostabile ogni 15 minuti (min) e durata impostabile a 15 sec (min).

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da -20 a $+55^{\circ}\text{C}$ con umidità fino al 95% non condensante.

Il campo scala dovrà essere programmabile in funzione del sensore abbinato.

Il sensore, completo di sistema di pulizia meccanico integrato avrà installazione a deflusso con diagnostica on-line. Esso dovrà garantire il rispetto delle seguenti condizioni:

- risoluzione: 1 FTU
- ripetibilità: migliore di 1% dello span
- campo di misura programmabile: 0-100 FTU/0-1000 FTU o 0-2000 mg/l.

9.2.8 Analizzatore di Cloro residuo

L'analizzatore di Cloro residuo è un apparecchio costituito da una centralina elettronica e da una cella di tipo amperometrico.

La centralina dell'analizzatore deve essere dotata di display LCD digitale con uscite analogiche 4-20 mA, min n. 7 uscite digitali impostabili, min n. 2 ingressi digitali per collegamento misure, porta seriale RS485, e verrà installata a parete o palina in custodia IP 65.

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da -10 a +55°C con umidità fino al 95% non condensante.

Dovrà essere possibile la calibrazione a mezzo di due punti e andrà garantito un tempo di risposta pari a 100 msec compatibilmente con gli ulteriori vincoli:

- sensibilità: 0,33 µg/l
- campo di misura: 0-10 ppm.

La cella di misura in plexiglas sarà costituita da un elettrodo di misura in oro ed un contro elettrodo cilindrico in rame; dovrà essere dotata di sistema di pulizia ad abrasione con sabbia di Corindone e di compensatore di temperatura Pt100 nell'intervallo 2-50°C. La stessa verrà alimentata a mezzo di idoneo campione caratterizzato da pressione compresa tra 0,2 e 4 bar per una portata di 30 o 60 l/h e dovrà garantire una precisione: pari a +/-0,5% del fondo scala.

9.2.9 Analizzatore della domanda chimica di Ossigeno COD

Il principio di misura dello strumento in esame dovrà essere conforme a quanto previsto dalla normativa vigente in materia.

L'analizzatore dovrà essere utile all'esecuzione di campionamenti fino a 2 canali all'interno di un campo di misura fino a 200 ppm.

Esso dovrà essere fornito all'interno di custodia in acciaio con protezione IP55 e dotato di n. 2 uscite analogiche 4-20 mA, e min n. 3 uscite digitali per allarmi di campo ed autodiagnosi.

Le condizioni operative dovranno consentire temperatura da +5 a +45°C con umidità fino al 90% non condensante e pressione compresa tra 0,5 ed 1,5 bar, nel rispetto delle condizioni:

- sensibilità: migliore di 1 ppm
- riproducibilità: migliore di 1% f.s.

9.2.10 Analizzatore istantaneo di BOD

L'analizzatore dovrà essere utile per campi di misura da 10 a 1000 e da 20 a 5000 BOD.

Esso dovrà essere fornito all'interno di custodia in acciaio e dotato di uscite analogiche 4-20 mA.

La taratura dello strumento deve essere automatica da campione noto; lo stesso sarà anche accessoriato con stampante grafica con avvolgitore carta.

La sonda O2 ed il filtro asserviti all'analizzatore dovranno essere del tipo autopulente. Su questo fattore, sulla presenza del campione e su eventuali perdite, poi, devono essere garantiti affidabili controlli automatici.

9.2.11 Analizzatore Carbonio Organico Totale TOC

L'analizzatore dovrà essere utile all'esecuzione di campionamenti fino a 3 canali all'interno di un campo di misura fino a 200 ppm.

Esso dovrà essere fornito all'interno di custodia in acciaio IP55 e dotato di 3 uscite indipendenti 4-20 mA con contatto di campo RS232C. I contatti saranno dedicati al campo (n. 2), alla diagnostica (n. 1) ed allo strumento di manutenzione (n. 1).

La calibrazione dello strumento deve essere automatica e programmabile, così come la pulizia dello stesso.

La temperatura di lavoro ammissibile deve essere compresa tra 5 e 45°C nel rispetto di un fattore di precisione pari a +/-2%.

9.2.12 Analizzatori di Cloruri, Nitrati, Fluoruri ed Ammoniaca

Gli analizzatori di Cloruri, Nitrati, Fluoruri ed Ammoniaca dovranno essere del tipo con elettrodo a ione selettivo, tutti di analoga configurazione e funzionamento.

Lo strumento tipo sarà caratterizzato da display a caratteri alfanumerici con unica uscita 4-20 mA ed indicazione a LED per allarmi e fuori servizio, completo di tastiera di configurazione a membrana, elettrodo di misura, sensore di temperatura e contenitore per reagenti e soluzioni standard.

Esso dovrà avere protezione IP55 per la sezione elettronica ed IP31 per la sezione chimica con componenti interni IP65.

La temperatura di lavoro ammissibile deve essere compresa tra 5 e 45°C e deve essere rispettato un consumo di reagenti massimo di 10 l/mese.

Con riferimento alle caratteristiche del campione da esaminare:

- Portata: 5-750 ml/min
- Solidi sospesi: < 10 mg/l; < 5 micron
- Temperatura: max 45°C.

Al variare del parametro dovrà essere garantito il campo di misura:

- Cloruri: 0-5000 mg/l CL
- Nitrati: 1-500 mg/l NO₃; 0,2-1000 mg/l N
- Fluoruri: 0,1-1000 mg/l F
- Ammoniaca: 0,05-1000 mg/l N, NH₃, NH₄

9.2.13 Accessori

Al fine di ottenere un rapido ed efficace riepilogo dei parametri monitorati, è utile disporre di indicatore registratore videografico.

Tale strumento, dotato di 6-12 tracce continue, dovrà essere dotato di display da 125 mm ad alta visibilità, con 6-12 segnali in ingresso analogici per termocoppie, termoresistenze, mA, mV, 6-12 segnali in ingresso digitali, n° 2 segnali in uscita digitali per ogni canale configurabile.

La programmazione dell'indicatore deve essere semplificata con tastiera "touchscreen" o via PC dotato di pacchetto software di configurazione operativa in ambiente windows 98/98SE, ME, 2000 & XP. La configurazione della memoria deve essere min pari a 8 MB e deve essere fornita SMART CARD da 64 MB.

Deve essere consentita la totalizzazione dei volumi letti e la comunicazione Ethernet e SERIALE RS 485 MODBUS.

Il montaggio deve essere del tipo a pannello con frontale indicatore IP 66.

La temperatura di lavoro ammissibile deve essere compresa tra 0 e 50°C.

9.2.14 Prescrizioni per il Montaggio

Nella scelta e nella predisposizione dell'alloggiamento della strumentazione, dovranno essere verificati i seguenti requisiti:

- possibilità di estrazione degli apparecchi senza impedimenti legati ad interferenze;
- collocazione degli apparecchi in posizione idonea alla manutenzione ed alla movimentazione
- collocazione nel rispetto delle indicazioni della buona tecnica al fine di non falsare il risultato.

9.2.15 Documenti a Corredo

Gli apparecchi forniti dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi
- manuale di installazione, uso e manutenzione in lingua italiana.

10. CAPO X - CARROPONTI

10.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale per carroponti raschifanghi per bacini di sedimentazione circolare e rettangolare.

Per bacini di sedimentazione a pianta circolare è previsto l'utilizzo di carroponti con raschifanghi, fondo conico ed estrazione dai fanghi da tramoggia centrale.

Per bacini rettangolari è previsto l'utilizzo di carroponti 'va e vieni' dotati di ponte aspirato e fondo piatto. L'aspirazione potrà essere prevista mediante pompe sommergibili o sifone adescato. Per vasche di lunghezza inferiore a 15 m è possibile prevedere sistemi a fondo inclinato e tramogge di raccolta.

Per bacini rettangolari, a parità di costo, potranno essere previsti sistemi con raschie e catene in plastica.

Le macchine saranno costruite in conformità al requisiti di sicurezza previsti dalla Direttiva Macchine CEE 89/392.

10.2 Carroponti a trazione periferica

10.2.1 Caratteristiche Costruttive

Il carroponte sarà composto da una travata mobile poggiante al centro su supporto rotante in acciaio ed alla periferia su carrello di rotazione. La travata sarà realizzata con lamiera piegata a freddo rinforzata e profilati in acciaio elettrosaldati.

Il piano di calpestio dovrà essere in grigliato zincato, provvisto di parapetti e fermapièdi conformi alle vigenti norme di sicurezza. La larghezza minima della passerella sarà di 800 mm.

Il cilindro centrale di calma sarà sostenuto a mezzo staffe alla travata. Il supporto centrale, costituito da un robusto cuscinetto reggispira sarà lubrificato a grasso è montato su apposita piastra di fissaggio; sarà inoltre dotato di coperchio stagno e collettore per distribuzione della energia elettrica del tipo ad anello chiuso in contenitore stagno. Il collettore sarà completo di spazzole, portaspazzole, morsetti per il collegamento del cavo di adduzione energia elettrica con il cavo di alimentazione al motoriduttore in esecuzione stagna con grado di protezione IP 55.

Per il sostegno della travata mobile saranno utilizzati perni orizzontali di fissaggio.

Il carrello periferico di trazione sarà costruito in lamiera d'acciaio al carbonio, completo di ruote con nucleo in acciaio e rivestimento in gomma piena, completo di alberi portaruote e supporti.

Dovrà essere inserito tra motoriduttore e riduttore un dispositivo dinamometrico a frizione con microinterruttore.

Il braccio raschiante di fondo sarà costituito da una serie di supporti tubolari verticali incernierati alla travata mobile. Alle estremità di questi supporti sarà montata una lama a forma parabolica costituita da una parte in acciaio (supporto) e una parte di usura in gomma antiacida (raschia). L'altezza della lama dovrà essere regolabile per adattarla alla pendenza del fondo.

Il carroponte sarà equipaggiato di raschia superficiale, vaschetta "scum-box" e anello deflettore paraschiuma per la raccolta delle schiume e delle sostanze galleggianti da convogliare a mezzo tronchetto nell'apposito pozzetto situato all'esterno della vasca.

Il canale perimetrale per la raccolta delle acque chiarificate sarà costruito in acciaio inox AISI 304, con spessore mm 2, completo di bordo di sfioro a profilo Thompson e lama fissa paraschiuma con accessori di fissaggio.

Per tutti le superfici immerse ed emerse dovrà essere previsto un trattamento protettivo del tipo:

- sabbiatura grado SA 21/2
- zincatura a caldo per immersione 500 g/m²

10.2.2 Caratteristiche Tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte.

- | | |
|-----------------------------|-------|
| - diametro interno vasca: | m |
| - altezza parte cilindrica: | m |
| - franco: | m |
| - pendenza del fondo: | % |
| - velocità periferica: | m/min |
| - potenza installata | kW |
| - peso complessivo | kg |

10.3 Carroponti "va e vieni"

10.3.1 Caratteristiche Costruttive

Il carroponte sarà composto da una travata mobile in lamiera di acciaio con profilati elettrosaldati, piegata a freddo e con funzione di passerella.

La larghezza della passerella dovrà essere non inferiore a 800 mm, completa di grigliato di camminamento zincato a caldo, parapetti e fermapièdi conformi alle vigenti norme di sicurezza.

L'azionamento e lo scorrimento del ponte sarà dato da quattro ruote rivestite in gomma G.S., di cui due motrice. I due carrelli laterali saranno costruite in lamiera piegata a freddo, opportunamente irrigidita, ognuno provvisto di una ruota motrice a folle.

In alternativa è possibile prevedere ruote di tipo ferroviario e rotaie metalliche di scorrimento. Nel caso venga privilegiata tale soluzione dovranno essere adottati accorgimenti tecnici per la compensazione delle dilatazioni termiche. Le tolleranze dimensionali sono quelle previste dal fornitore del carro ponte.

Dovrà essere posta particolare attenzione nel caso vengano previsti giunti nella vasca in calcestruzzo al fine di evitare scalini o disassamenti.

Alle ruote motrice di ogni singolo carrello, sarà accoppiato un motoriduttore centrale per la traslazione del carro. Il motoriduttore sarà del tipo combinato a vite senza fine, in grado di realizzare una velocità di traslazione di 1,2 m/min.

L'apparecchiatura sarà dotata inoltre di un motoriduttore centrale per il sollevamento e l'abbassamento della raschia di fondo e della lama di superficie.

Il dispositivo di raccolta e aspirazione dei fanghi sarà costituito da una serie di trappole sostenute da telai ancorati alla passerella che convogliano i fanghi nei punti di presa.

La definizione costruttiva del sistema di aspirazione è funzione delle specifiche del fornitore.

Nel caso siano previste pompe sommergibili per l'estrazione del fango, il relativo quadro di azionamento dovrà essere posto in posizione fissa facilmente accessibile.

Il collegamento delle motorizzazioni mobili montate sul carro ponte sarà realizzato mediante festonatura sostenuta con carrelli. In alternativa, per utenze inferiori a 5 kW, potrà essere previsto un cavo extraflessibile, raccolto con apposita bobina pretensionata.

I cavi elettrici e la guaina di supporto saranno del tipo specifico previsto per alta flessibilità.

La lama di superficie sarà realizzata in acciaio con bavette in gomma per convogliamento degli oli nell'apposita canale di raccolta realizzata in c.a. La lama sarà provvista di ruote che permettono lo scorrimento lungo la parte inclinata della canale. Il movimento sarà comandato tramite levismi rigidi dal motoriduttore.

Sulla canaletta di scarico sarà posizionato il bordo di sfioro tipo Thompson in acciaio INOX tassellato con tasselli INOX.

Il carro ponte sarà dotato di fine corsa per inversione di marcia e sequenza di lavoro in automatico.

Le sequenze di funzionamento saranno le seguenti:

- abbassamento lama di superficie
- traslazione del ponte
- arresto del ponte a fine corsa
- sollevamento lama di superficie
- traslazione del ponte che compie la corsa di lavoro
- arresto del ponte a fine corsa
- le operazioni di abbassamento e sollevamento avverranno a ponte fermo
- inizio della traslazione avverrà quando la lama superficiale avrà raggiunto la sua posizione di lavoro.

Per tutti le superfici immerse ed emerse dovrà essere previsto un trattamento protettivo del tipo:

- sabbiatura grado SA 21/2
- zincatura a caldo per immersione 500 g/m²

10.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte.

- | | |
|------------------------------------|----|
| - Larghezza interna della vasca: | m |
| - Lunghezza interna della vasca: | m |
| - Altezza vasca: | m |
| - Altezza acqua: | m |
| - Peso: | kg |
| - Potenza installata traslazione: | kW |
| - Potenza installata sollevamento: | kW |

10.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

10.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate.

10.7 Campi di impiego

Consigliati:

- sedimentazione secondaria
- sedimentazione primaria
- chiariflocculazione
- vasche prima pioggia

11. CAPO XI - CENTRIFUGHE DISIDRATAZIONE FANGHI

11.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per centrifughe destinate alla disidratazione dei fanghi.

11.2 Caratteristiche costruttive

Unità package per la disidratazione dei fanghi stabilizzati, costituita in linea di massima da:

- albero di alimentazione fango con nucleo cavo e coclea perimetrale per l'estrazione della frazione solida;
- tamburo centrale ad asse orizzontale, rastremato in corrispondenza dello scarico della frazione solida;
- sistema di azionamento costituito da motore/i elettrici e sistema di trasmissione del moto alla coclea ed al tamburo;
- coperchi di chiusura, struttura e gambe di sostegno;

La macchina potrà avere funzionamento equicorrente o controcorrente e lo scarico del solido potrà quindi essere sia sul lato di ingresso del fango liquido sia sul lato opposto.

11.2.1 Tamburo e Coclea

Il principio di disidratazione applicato consiste nella centrifugazione del fango liquido introdotto all'interno di un tamburo posto in rotazione. Il solido viene accumulato sulla superficie del tamburo e viene allontanato tramite una coclea interna posta in rotazione con velocità differente al quella del tamburo.

Il movimento rotatorio della coclea tende a spingere il solido verso la sezione rastremata del tamburo e da qui allo scarico posto all'estremità del tamburo stesso.

Lo scarico può essere facilitato mediante inserimento di un raschiatore meccanico, azionato con motoriduttore indipendente.

Il tamburo sarà realizzato in acciaio inox ad alta resistenza all'abrasione.

La coclea sarà realizzata in acciaio inox con riporto antiusura in carburo di tungsteno o equivalente.

La macchina dovrà possedere testate di scarico liquido e solido realizzate in acciaio inox facilmente sostituibili.

11.2.2 Azionamento

Per macchine con portata effettiva di fango fino a $6 \text{ m}^3/\text{h}$ è consentito l'azionamento mediante un unico motore elettrico, sia per la coclea sia per il tamburo.

Tale azionamento sarà realizzato mediante accoppiamento del motore elettrico con pulegge e cinghie dentate. La velocità differenziale tra tamburo e coclea dovrà comunque essere modificabile mediante semplice sostituzione delle pulegge.

Per macchine di taglia superiore dovrà essere prevista la regolazione in continuo della velocità differenziale di rotazione.

La regolazione potrà essere effettuata con l'utilizzo di una delle seguenti soluzioni tecnologiche:

Azionamento della coclea mediante accoppiamento con il tamburo realizzato (secondo gli standard del costruttore) attraverso un secondo motore elettrico a giri variabili con inverter;

La soluzione dovrà consentire la variazione di velocità differenziale in funzione di:

- impostazione manuale diretta da quadro;
- segnale di controllo in ingresso.

In linea di massima il controllo della velocità differenziale dovrà essere svolto in funzione della quantità di fango accumulata sulle pareti del tamburo.

Il buon indice di tale parametro sarà il valore di coppia assorbita dall'asse della coclea, che viene letto in continuo dal dispositivo che regola la velocità differenziale.

Un incremento di fango accumulato, dovrà determinare un incremento graduale della velocità differenziale in maniera tale da accelerare l'evacuazione del fango.

Una riduzione del fango accumulato dovrà invece determinare una riduzione della velocità differenziale della coclea in modo tale da incrementare il tenore di secco del fango ed evitare il trascinamento di acqua allo scarico del solido.

Il motore/i elettrico dovrà essere dotato di dispositivo di sicurezza elettronico contro i sovraccarichi.

11.2.3 Corpo di Contenimento e Struttura

Il corpo cilindrico di contenimento potrà essere realizzato in lamiera di acciaio al carbonio o equivalente.

Nel caso sia prevista la possibilità di apertura del coperchio, dovranno essere adottati dispositivi di blocco elettrico e meccanico che impediscano l'apertura dello stesso con il tamburo in rotazione o con la macchina sotto tensione.

La centrifuga sarà completata da struttura di sostegno con quattro gambe di appoggio dotate di antivibranti facilmente sostituibili.

La rumorosità massima ammessa, misurata ad un metro di distanza, nelle più critiche condizioni di esercizio dovrà in ogni caso essere contenuta al di sotto di 85 dB(A).

Tale valore dovrà essere garantito senza ricorso a cabine insonorizzate esterne.

11.2.4 Quadro di Comando e Sistema di Controllo

Il sistema potrà essere azionato mediante quadro locale di automazione o mediante quadro centralizzato.

Nel caso sia previsto un quadro locale, esso dovrà rispettare le specifiche previste per l'impiantistica elettrica e dovrà controllare anche le seguenti utenze:

- pompe di alimentazione del fango liquido;
- consensi da stazione di preparazione del polielettrolita;
- pompe di dosaggio del polielettrolita
- sistema di evacuazione del fango disidratato

Il quadro dovrà inoltre acquisire, gestire i relativi interblocchi e rendere disponibili in morsettiera tutti i segnali strumentali provenienti dal campo (misuratori di portata, interruttori di pressione di livello, sistemi di rilevamento della velocità, ecc.).

Il sistema di lubrificazione sarà centralizzato a grasso per i cuscinetti, mentre sarà ad olio per il riduttore dei giri.

11.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere adatte al funzionamento continuo 24 h/d.

Il fornitore dovrà garantire, date le concentrazioni previste per il fango in ingresso ed il processo da cui esso deriva, le concentrazioni di costanza secca attese in esercizio ed il consumo medio di polielettrolita (espresso in kg/tSS).

In funzione quindi delle caratteristiche fisico-biologiche del fango in ingresso all'estrattore centrifugo (SSV/SST, SVI, etc.), questo dovrà essere in grado di ottenere un grado di cattura della sostanza secca $\geq 92\%$, mentre per fanghi biologici aerobici, con rapporto SSV/SST non superiore al 70%, dovrà essere garantito un 20% di concentrazione di sostanza secca nel fango disidratato scaricato dalla macchina.

L'installazione della macchina dovrà tener conto del ciclo di lavaggio della stessa da eseguirsi per via automatica, con controllo da quadro elettrico, oppure per via manuale.

Il dimensionamento dovrà essere effettuato considerando, di norma, il funzionamento della sistema per un massimo di 12 ore giornaliere e 5 giorni alla settimana.

11.4 Caratteristiche tecniche (da indicare)

- portata reale massima di fango:	m ³ /h
- potenzialità massima di SS:	kgSS/h
- tenore di secco garantito su fango disidratato	kgSS/m ³
- consumo di polielettrolita	kg/tSS
- grado di cattura della s.s.	% (s.s.IN/s.s.OUT)
- diametro tamburo: mm	
- lunghezza tamburo:	mm
- rapporto di snellezza:	
- sistema di azionamento	
- giri max tamburo: r.p.m.	
- giri differenziali coclea:	r.p.m.
- potenza motore principale:	kW
- potenza motore raschiafango:	kW
- potenza rotovariante:	kW
- consumo di energia	Kwh/tss
- ingombri esterni m	
- massa a secco (indicativo)	kg
- materiali:	
• tamburo:	acciaio inox
• coclea:	acciaio inox
• parti a contatto:	acciaio inox
• copertura esterna:	
• sostegno:	

11.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

11.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni di ingombro
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate per n_anni di esercizio.

11.7 Campi di applicazione

Consigliati:

- disidratazione meccanica dei fanghi

12. CAPO XII - DIFFUSIONE ARIA

12.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per i sistemi di diffusione di aria a bolle fini sul fondo.

12.2 Caratteristiche costruttive

I sistemi di diffusione di aria sul fondo, indipendentemente dalle caratteristiche peculiari previste da ogni fornitore, dovranno essere costituiti da:

- stacco da collettore esterno di distribuzione;
- valvola manuale (dove non specificamente previsto altrimenti) di intercettazione con diametro pari alla tubazione di calata;
- manometro diametro 100 mm da posizionare a valle della valvola;
- tubazione di calata con staffe di fissaggio alla parete;
- rete di distribuzione sul fondo con tubazioni in PVC fissate sul fondo;
- sistemi di diffusione a piattello con membrana forata;
- sistema di spurgo della condensa con tubazione e valvola manuale;

Sistemi di distribuzione costituiti da elementi differenti dovranno garantire l'equivalenza qualitativa e prestazionale della fornitura e dovranno essere giustificati mediante adeguate referenze e garanzie.

Le caratteristiche richieste per le singole parti sono riportate di seguito.

12.2.1 Calate e rete di Distribuzione

Le calate saranno realizzate con tubazioni in acciaio inox, con giunto sommerso di raccordo INOX/PVC e di diametro compatibile con le portate massime previste secondo le indicazioni riportate nel capitolo 3. Sulle calate, nella porzione superiore e fuori dal pelo libero dovrà essere installato un giunto in gomma per la compensazione delle dilatazioni.

Tutti gli elementi plastici presenti sulla rete di distribuzione dovranno essere realizzati con protezione per esposizione ai raggi UV.

Le calate saranno posizionate verticalmente lungo le pareti perimetrali delle vasche e saranno fissate alle pareti stesse mediante staffe tassellate con collarino smontabile.

Le calate saranno collegate mediante flangiatura ad un collettore principale di fondo, anch'esso in PVC, disposto lungo la parete in cui è situata la calata ed alla minima distanza dalla stessa. Il collegamento flangiato dovrà avvenire tra la calata ed un tronchetto verticale saldato al collettore, ad una altezza dal fondo di circa 50 cm.

Sul collettore saranno collegati gruppi, preferibilmente preassemblati, costituiti dalle tubazioni di distribuzione (subcollettori) in PVC e dai piattelli. Il collegamento dei sub collettori al collettore principale dovrà avvenire mediante giunti smontabili. Il collettore dovrà essere dotato di tappi facilmente asportabili alle estremità.

I subcollettori saranno realizzati con tubazioni in PVC di diametro nominale DN 80 o DN 100 PN 10 UNI EN 7441 - 75.

Per subcollettori di lunghezza superiore a m 10 dovrà essere presente un giunto intermedio di compensazione delle dilatazioni in PVC con stringitubo in nylon.

Le tubazioni dovranno essere ancorate al fondo mediante supporti regolabili in PVC o acciaio inox costituiti da gambo filettato, piattello di appoggio, sella di appoggio, fascetta e tassello ad espansione in AISI 304. I supporti dovranno consentire una corsa di regolazione di almeno 50 mm.

La rete potrà (a facoltà del fornitore) essere chiusa ad anello sul lato opposto al collettore di distribuzione aria, mediante un subcollettore di collegamento dello stesso diametro previsto per i subcollettori di distribuzione. In tal caso il sistema di spurgo della condensa sarà collocato su tale subcollettore.

La rete dovrà presentare un pendenza media del 0,1-0,2 % diretta verso la posizione in cui è localizzato lo scarico della condensa

12.2.2 Piattelli di Distribuzione

I piattelli di distribuzione sono previsti del tipo a membrana.

La fornitura del piattello comprende:

- membrana in gomma EPDM antiacida ad alta resistenza meccanica e termica con foratura per compressione (contenuto in oli inferiore a 12%);
- disco in PVC o polipropilene rinforzato, con intagli realizzati lungo la circonferenza per migliorare la distribuzione dell'aria (oppure foratura unica centrale in assenza della valvola di ritegno aggiuntiva);
- anello a ghiera svitabile per il fissaggio della membrana sul piattello;
- corpo del diffusore in PVC o polipropilene con o-ring in gomma NBR per la tenuta sulla valvola di ritegno;
- valvola di ritegno a membrana o sfera (costituisce elemento preferenziale non obbligatorio);
- attacco filettato o attacco a slitta per il fissaggio del piattello tubazione sulla tubazione del sub collettore.

Il piattello standard è generalmente rappresentato da un diametro utile della membrana di circa 200 mm con superficie utile corrispondente di circa 0,025 m².

Sono ammessi diffusori di taglia differente in funzione delle caratteristiche di ogni fornitore. In linea di massima sono accettabili diffusori con diametro fino a 350 mm (superficie utile 0,07 m²).

I diffusori, indipendentemente dalla presenza di un valvola di ritegno dovranno essere dotati di orifizio calibrato al fine di regolarizzare la perdita di carico su tutti i diffusori, indipendentemente dalle condizioni di intasamento.

Nel caso di assenza della valvola di ritegno indipendente, la membrana dovrà essere priva di fori in corrispondenza dell'orifizio centrale di passaggio dell'aria.

Le membrane in EPDM dovranno garantire un resistenza termica fino 80°C (per l'aria in ingresso) ed una resistenza meccanica pari ad almeno 3 volte la portata nominale di progetto.

Il sistema di ancoraggio del diffusore dovrà essere garantito per un funzionamento di almeno 50.000 ore alle condizioni di massima portata di progetto.

Per i diffusori dovrà essere garantita:

- la possibilità di sostituzione della membrana senza rimozione del piattello;
- la possibilità di sostituzione del piattello in situ senza necessità di spostamento o rimozione del subcollettore;

12.2.3 Accessori

Su ogni singola sottorete dovrà essere installato un sistema di scarico della condensa costituito da

- pezzo speciale per cattura delle condense con inserzione di tubo di spurgo DN 15 protetta mediante anello di tenuta con O-RING o sistema equivalente; il sistema dovrà garantire l'aspirazione delle condense unicamente dalla porzione inferiore del tubo;
- tubazione in acciaio inox o PVC minimo DN 15 per l'asportazione delle condense, convogliata in verticale (angolo massimo consentito 40° rispetto alla verticale) fino sopra al pelo libero lungo le pareti esterne della vasca;
- valvola di spurgo a sfera, da collocare in posizione facilmente accessibile dall'esterno con scarico convogliato in vasca.

12.3 Caratteristiche funzionali

I diffusori dovranno essere dimensionati per il funzionamento continuo alla portata di progetto.

Per l'ossidazione, la copertura minima del fondo dovrà essere pari al 4 % e comunque la densità minima di diffusori dovrà essere superiore a 1 diffusore/m².

Per la stabilizzazione fanghi, ferma restando la densità minima di 1 diff/m² potrà essere ridotta la superficie coperta fino al 2,5% della superficie totale di fondo.

Per applicazioni diverse dall'ossidazione biologica e della stabilizzazione (equalizzazione o altri comparti aerati) non si applicano i criteri precedentemente indicati. Di caso in caso sarà verificata la consistenza della fornitura richiesta.

La portata nominale specifica sulla membrana non potrà essere superiore a 120 Nm³/h/m².

Tale portata specifica corrisponde a circa 3 Nm³/h/diffusore per diffusori da 200 mm ed 4 Nm³/h/diffusore per diffusori da 250 mm.

Il rendimento minimo di trasferimento in acqua pulita SOTE (riferimento ASCE/ANSI 2-91 oppure ATV M209E 1996), alla copertura del 4 % della superficie del fondo, e riferito al battente disponibile, dovrà essere pari o superiore a quanto indicato nel diagramma seguente (QN corrisponde alla portata nominale del diffusore).

La perdita di carico ammessa attraverso il diffusore (compreso orifizio calibrato) sarà di :

- 450 mmca alla portata nominale
- 300 mmca a ½ della portata nominale

La velocità massima dell'aria ammessa nelle calate sarà di 10 m/s alla portata nominale.

Il numero massimo di diffusori standard associabili ad una singola calata sarà di 400 (tale numero dovrà essere ridotto in caso di diffusori di taglia superiore).

Dove previsto un numero superiore di diffusori essi dovranno essere suddivisi su più sottoreti indipendenti.

Le sottoreti dovranno avere una disposizione planimetrica il più possibile vicina alla forma quadrata. Dove la forma della vasca sia allungata, si dovranno prevedere composizioni di più sottoreti affiancate con calata indipendente.

12.4 Caratteristiche tecniche (da indicare)

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle reti previste.

- dimensioni della vasca:	m
- battente disponibile:	m
- reti per vasca:	n°
- diffusori/rete	n°
- diffusori per vasca:	n°
- subcollettori/rete:	n°
- diffusori per subcollettore	n°
- diametro diffusore:	mm
- superficie diffusore:	m ²
- superficie coperta	%
- portata nominale diffusore	Nm ³ /h/diff.
- Perdita di carico	mmca (alla portata nominale)
- rendimento previsto SOTE	%
- materiali	
- rete di distribuzione	
- corpo diffusore	
- membrana	
- staffe di fissaggio	

12.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si le specifiche istruzioni del fornitore del sistema.

In linea generale si prescrive il posizionamento accessibile di tutte le valvole di manovra del sistema (calate e spurghi condensa).

I diffusori devono essere posizionati allo stesso livello. Per diffusori appartenenti alla stessa rete è consentito un dislivello relativo massimo di 25 mm.

12.6 Documenti a corredo

La fornitura dovrà essere corredata di:

- marchiatura CE
- specifiche materiali
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate
- diagrammi con rese di trasferimento garantite

12.7 Campi di impiego

Consigliati:

- ossidazione biologica
- stabilizzazione aerobica dei fanghi

Possibile (consigliate bolle medie):

- equalizzazione iniziale
- dissabbiatura

13. CAPO XIII - GRIGLIATURA

13.1 Quadro elettrico

Quadro elettrico IP55, in acciaio verniciato a polvere, contenente tutti i componenti indispensabili al funzionamento automatico della macchina:

- PLC,
- visualizzazione grafica di interfaccia macchina/utente polifunzionale;
- ingresso per misura di livello
- teleruttori,
- limitatore di coppia,
- spie e pulsanti (o selettori) di marcia e arresto,
- interruttore generale,
- sicurezze magnetotermiche,
- morsettiera comprendente contatti privi di potenziale per la segnalazione a distanza dello stato di funzionamento.

13.2 Accessori

Nella fornitura dovranno essere inclusi sia i supporti per il sostegno della coclea sia eventuali lamiere in acciaio inox AISI 304 per il raccordo con il canale di grigliatura nel caso risultassero necessarie per la conformazione delle opere.

Sarà inoltre compresa la realizzazione di eventuali tramogge o scivoli atte ad indirizzare il solido da scaricare all'interno di cassoni di raccolta o coclee o nastri di trasporto.

Tutte le opere dovranno essere realizzate in acciaio inox AISI 304 minimo.

La macchina sarà completa di sistema di misurazione del livello a monte della griglia. Il sistema potrà essere di tipo piezoresistivo, pneumatico differenziale o a ultrasuoni

Il misuratore dovrà essere collocato in maniera tale da non essere influenzato da eventuali corpi solidi trattenuti sulla griglia.

Per applicazioni con cestello di dimensioni superiori a 1200 mm e dove ciò sia tecnicamente possibile il dispositivo di grigliatura dovrà essere dotato di sistema per il lavaggio del grigliato.

L'acqua in pressione sarà la stessa utilizzata per il distacco del solido dal cestello.

Il lavaggio dovrà avvenire mediante spruzzo da ugelli ad alta pressione. L'acqua di lavaggio dovrà essere reimpressa nel canale a monte del dispositivo di grigliatura.

13.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

Nel caso di luce di passaggio inferiore a 3 mm il sistema di grigliatura dovrà comprendere una sezione di grigliatura grossolana automatica (min 10 mm) a monte.

Negli altri casi potrà essere installata come unica griglia. E' comunque sempre consigliabile inserire una griglia grossolana (25-30 mm) a pulizia manuale a monte del dispositivo.

Le macchine dovranno essere dimensionate in modo tale da contenere la perdita di carico alla massima portata entro valori compatibili con le condizioni idrauliche di funzionamento del canale e delle tubazioni a monte.

La macchina dovrà consentire una efficace compattazione del materiale grigliato. La zona di compattazione sarà dotata di portello di ispezione con sgrondo dell'acqua convogliato direttamente nel canale.

Lo scarico del grigliato dovrà avvenire ad una altezza compatibile con l'inserimento di un idoneo cassone di raccolta.

Nel caso di inserimento di sistemi di trasporto trasversali lo scarico potrà avvenire a quota inferiore ma comunque sempre al di fuori del canale di grigliatura.

13.4 Caratteristiche tecniche (da indicare)

- profondità canale:	mm
- larghezza canale	mm
- portata idraulica massima	l/sec
- perdita di carico massima	mm
- luce di filtrazione	mm
- diametro cestello filtrante:	mm
- inclinazione della macchina rispetto all'orizzontale:	°
- grado di compattazione del grigliato:	% SS
- altezza di scarico del grigliato	mm (da fondo canale)
- lunghezza totale lungo asse della macchina:	mm
- lunghezza di ingombro:	mm
- diametro coclea:	mm
- potenza motore elettrico:	kW
- giri al minuto della coclea:	n./min.
- massa complessiva	kg

13.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

In ogni caso, il montaggio dovrà essere realizzato in modo tale da consentire l'agevole estrazione della macchina dal canale, mediante rotazione con appoggio sul supporto di sostegno (che sarà dotato di perno rotante).

13.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

13.7 Campi di applicazione

Consigliati:

- grigliatura fine iniziale (post grigliatura grossolana)
- grigliatura fanghi e bottini (con vasca in acciaio per montaggio esterno)

Possibili:

- grigliatura (senza grigliatura grossolana)

14. CAPO XIV - ISPESSITORE FANGHI

14.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale per sistemi di ispessimento a gravità, di tipo circolare, con funzionamento in continuo, dotati di dispositivo raschiatore.

14.2 Caratteristiche costruttive

14.2.1 Bacino

Il bacino di ispessimento sarà di forma cilindrica con fondo conico, da configurare in funzione dei seguenti parametri di base:

- la superficie in pianta, sarà determinata dall'applicazione dei valori dimensionali di processo indicati al paragrafo 3;
- l'altezza del liquido nella parte cilindrica verrà assunta mediamente in 3,5 metri,
- l'inclinazione del fondo per la parte conica potrà variare tra 10° e 20°.

Le dimensioni in pianta di un ispessitore potranno raggiungere 20 metri di diametro, tuttavia per il trattamento di fanghi di supero biologico, è bene non superare il diametro di 10÷12 metri.

Sul vertice inferiore del cono, verrà realizzato un pozzetto ove i fanghi saranno convogliati dal dispositivo raschiatore, e di seguito evacuati verso il sistema di disidratazione di stabilizzazione

Sia il bacino dell'ispessitore, sia il ponte fisso diametrale che supporta il dispositivo raschiatore, possono essere realizzati in calcestruzzo armato e/o in carpenteria metallica.

La scelta del materiale sarà funzione delle dimensioni del manufatto e delle caratteristiche dell'impianto in cui l'ispessitore si va ad allocare.

14.3 Carroponte

Il meccanismo che equipaggia il sistema di ispessimento fanghi sarà essenzialmente costituito da:

- gruppo di azionamento,
- albero centrale e traliccio portale;
- cilindro distributore centrale;
- dispositivo di sfioro.

Nel seguito sono descritte le caratteristiche di detti elementi.

14.3.1 Gruppo di azionamento

Il sistema sarà azionato da una testa di comando assemblata su specifico telaio di supporto e costituita da:

- motore elettrico normalizzato UNEL-IEC del tipo con flangia di accoppiamento;
- riduttore a vite senza fine, lubrificato a grasso;
- riduttore epicicloidale, lubrificato ad olio;
- pignone calettato sul riduttore epicicloidale;
- ralla del tipo a sfere con dentatura esterna;
- attacco flangiato per collegamento all'albero di trasmissione e sostegno del sistema raschiante;
- dispositivo dinamometrico e/o similare, atto per blocco motore in condizioni di carico anormale.

La tipologia della testa di comando sopra descritta è applicabile ad ispessitori aventi diametro pari ad 8 m.

Per ispessitori di diametro inferiore è possibile impiegare teste di comando con accoppiamento diretto tra il riduttore epicicloidale e l'albero di trasmissione (vengono esclusi il pignone e la ralla dentata).

14.3.2 Dispositivo raschiante e di ispessimento fanghi

Il dispositivo sarà composto dall'albero di trasmissione e sostegno a cui saranno rigidamente collegati due bracci posti in posizione diametrale, completi di tiranti e controventi ed atti a supportare le raschie di fondo ed i rebbi di ispessimento.

Sul tratto inferiore dell'albero, saranno collegate due pale atte a miscelare i fanghi presenti nel pozzetto centrale di raccolta ed evacuazione.

Nel fondo di detto pozzetto, verrà montato il perno di centraggio dell'albero stesso.

Le raschie saranno costituite da lame inclinate rispetto al raggio del bacino, con traiettorie interferenti e sfalsate atte a convogliare i fanghi verso il pozzetto centrale di raccolta.

Le lame saranno regolabili manualmente, e corredate di bordo raschiante in gomma.

Il passo tra i rebbi sarà di 250÷350 mm.

14.3.3 Elementi di convogliamento fluidi

Un cilindro di calma posto centralmente alla parte superiore del bacino avrà un'altezza di circa 2.000 mm, opererà come distributore dei fanghi in ingresso all'ispessitore. La tubazione di alimentazione sarà in AISI 316 come tutte le viterie interne.

Per lo stramazzo periferico delle acque surnatanti, sarà utilizzata una lama in acciaio inox con profilo Thomson.

La lama sarà supportata da staffe inox poste con passo di circa 40 cm, ed atte a permettere la regolazione della lama stessa. I tasselli saranno in AISI 316.

Tubazione di uscita dei fanghi non inferiore a DN 150 in ogni caso.

14.3.4 Copertura

In pannelli di vetroresina o alluminio.

Carico positivo minimo 1,5 kN /m²

Carico negativo per vento (come normativa vigente)

14.4 Caratteristiche funzionali

14.4.1 Dimensionamento di Processo

I fanghi primari e quelli condizionati con calce si ispessiscono facilmente.

I fanghi di supero biologici sedimentano con lentezza e resistono alla compattazione.

La loro alimentazione all'ispessimento a gravità comporta una significativa riduzione dei carichi massicci applicabili.

I fanghi di supero biologici hanno anche tendenza a stratificare per flottazione, a causa dei gas sviluppati dall'evolvere dell'attività biologica.

Il parametro più critico per il dimensionamento di un ispessitore a gravità è rappresentato dal carico in solidi applicabile per unità di superficie. In assenza di dati provenienti da prove in campo o da applicazioni strettamente analoghe a quelle in oggetto, si adotteranno i valori indicati nella tabella seguente:

Valori di progetto del carico massico

	Cond.TSS fanghi alimentati (%)	Conc.TSS fanghi ispessiti (%)	Carico massico applicabile (kg SS*m ² /d)
Fanghi da decantatori primari	2 - 7	5 - 10	90 - 130
Fanghi attivi di supero	0,2 - 1	2 - 3	25 - 30
Fanghi misti primari + secondari	0,5 - 1,5	3 - 5	35 - 65
Fanghi misti condizionati con calce	1.5 - 2	5 - 7	50 - 80

Le acque in uscita dovranno avere concentrazioni inferiori a 300 mg / l.

Una seconda verifica dovrà riguardare il carico idraulico superficiale.

Un valore alto di questo parametro può determinare un eccessivo trascinamento di solidi nell'effluente, mentre un valore troppo basso può comportare l'evolvere di condizioni settiche per eccessivo tempo di permanenza dei fanghi nell'apparecchiatura.

Nel dimensionamento si farà riferimento ai seguenti valori:

Valori di progetto del carico idraulico

	Carico idraulico superficiale (m ³ /m ² *d)	
	minimo	massimo
Fanghi da decantatori primari	16	32
Fanghi attivi di supero	4	8

14.4.2 Dimensionamento Meccanico

Il meccanismo d'ispessimento dovrà essere adatto per funzionamento continuo.

Il motore elettrico impiegato dovrà essere sovradimensionato del 25% rispetto al punto di lavoro, ed essere del tipo a 4 e/o 6 poli con grado di protezione IP55 e classe d'isolamento F.

La boccia del perno di centraggio dell'estremità inferiore dell'albero, dovrà essere atta per autolubrificazione tramite utilizzo della stessa acqua dei fanghi, o meglio sarà sospeso.

La velocità periferica delle pale deve essere di circa 0,6÷0,9 m/min.

La struttura del meccanismo di ispessimento dovrà essere dimensionata per le seguenti condizioni di lavoro:

- carico sulle pale
 - per fanghi di tipo biologicoK = 50 kg/m
 - per fanghi di tipo fisico chimicoK = 100 kg/m
- Detti valori di carico, devono essere adottati come base per calcolare la coppia da trasmettere all'albero
- per il dimensionamento del gruppo di comando si assumeranno, rispetto al valore di coppia calcolato, i seguenti coefficienti di sicurezza:
 - = 1,8 per servizio continuo;
 - = 3,6 per lo spunto all'avviamento

- i componenti della testa di comando devono essere strutturati per un periodo di lavoro di 200.000 ore.

Sulla parete dell'ispessitore dovranno essere previsti almeno 3 rubinetti a sfera da 1 1/2" per il controllo interno dell'ispessitore. Tutti ad altezza praticabile dall'operatore.

Se si prevede l'utilizzo di reattivi chimici, le pareti in cls devono essere trattate con verniciatura epossidica idonea.

14.5 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte.

- diametro interno del bacino: m
- altezza parte cilindrica: m
- inclinazione del fondo: °
- velocità periferica di rotazione m/min
- velocità motore elettrico: rpm
- coppia di progetto: Nm
- potenza installata kW
- materiale della copertura

14.6 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

14.7 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

14.8 Campi di impiego

Consigliati:

- post-ispessimento (fanghi stabilizzati)

Possibili

- preispessimento (fanghi freschi)

15. CAPO XV - MISCELATORE SOMMERGIBILE

15.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

15.2 Caratteristiche costruttive

Il miscelatore sommersibile è essenzialmente costituito da:

- motore elettrico;
- albero e tenute;
- elica e anello convogliatore;
- struttura di supporto e sollevamento.

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

15.2.1 Motore Elettrico

Motore asincrono trifase a gabbia di scoiattolo di tipo incapsulato in esecuzione IP 68 (garantito alla profondità di installazione), raffreddato dal liquido circostante.

I motori potranno avere avvolgimento a polarità comprese tra 2 e 16, in funzione della velocità prevista.

La morsettiera sarà separata dal motore in un apposito vano ed i cavi saranno corredati di idonee protezioni antitorsione ed antisfilamento.

15.2.2 Albero e Tenute

L'albero per l'accoppiamento diretto dell'elica sarà supportato mediante due cuscinetti a sfere o a rulli, con lubrificazione "a vita", collocati sull'albero alle estremità del motore elettrico.

La tenuta sull'albero sarà doppia, con tenuta meccanica al carburo di silicio o di tungsteno sul lato esterno e tenuta interna a labbro (o meccanica) sul lato interno.

Accoppiamenti mediante riduttore elicoidale a due stadi potranno essere previsti unicamente per unità con pale di grande diametro (tipo "banana blade") e bassa velocità di rotazione.

15.2.3 Elica e Anello Convogliatore

L'elica a 2 o 3 pale sarà calettata direttamente sull'albero.

L'elica avrà un profilo anti intasamento.

Dove il reflu lo consenta, dovrà essere previsto anello convogliatore per ottimizzare le prestazioni della macchina (indicativamente per tutte le applicazioni a valle di grigliatura fine a 3-5 mm).

L'anello convogliatore, l'elica, viti e bulloni saranno realizzati in acciaio inox AISI 316.

15.2.4 Struttura di Supporto e Sollevamento

Il sistema di installazione sarà costituito da:

- bandiera di sollevamento con argano ad innesto sul palo guida;
- staffa superiore per piantana porta bandiera per installazione a parete o a pavimento;
- palo di guida con supporto inferiore o staffa di ancoraggio a parete e fermi per il miscelatore;
- fune in acciaio inox;
- slitta per sostegno del miscelatore.

La slitta e la struttura dovranno consentire l'orientamento del miscelatore sia sul piano verticale, sia sul piano orizzontale

15.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere dimensionate per il funzionamento continuo.

Il dimensionamento e la scelta delle macchine saranno effettuati in base all'esperienza del fornitore che dovrà garantire le rese di processo richieste.

Indicativamente dovranno essere garantite le seguenti potenze specifiche di agitazione:

denitrificazione	5-6 W/m ³	(spinta minima 1-1,5 N/m ³)
stabilizzazione fanghi	10-12 W/m ³	(spinta minima 2 N/m ³)

Velocità sul fondo vasca > 0,3 m/sec.

In assenza di anello convogliatore dovranno essere previsti idonei incrementi delle potenza specifica adottata.

Per le funzioni di denitrificazione si dovrà privilegiare l'utilizzo di unità di taglia maggiore con velocità di rotazione inferiore.

Sono previste le seguenti velocità massime di rotazione (per l'elica) in funzione delle dimensioni dell'elica:

< 300 mm	max	1500 rpm
3-400 mm	max	750 rpm
4-600 mm	max	500 rpm
6-800 mm	max	400 rpm
> 800 mm	in funzione delle specifiche del fornitore	

Sono richiesti sensori:

- per acqua nello statore;
- per acqua nell'olio.

15.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- dimensioni vasca (l x L x h) m
- mixer/vasca n
- funzione del miscelatore
- velocità di rotazione rpm
- diametro elica mm
- portata idraulica-spinta m³/h-N
- numero di pale n
- anello convogliatore SI/NO
- potenza installata kW
- potenza specifica W/m³
- numero di poli motore n
- profondità di installazione m
- peso Kg
- materiali di costruzione
- elica
- corpo motore
- supporto

15.5 Prescrizioni per il montaggio

L'ubicazione dei miscelatori all'interno delle vasche dovrà essere definita in accordo con il fornitore nel rispetto dei seguenti requisiti:

- ottimizzazione della resa energetica mediante studi fluidodinamici;
- agevole estrazione della macchina garantita da accesso diretto mediante passerella all'organo di sollevamento;
- possibilità di movimentazione del dispositivo con mezzi di sollevamento esterni, collocando il miscelatore, per quanto possibile, sul bordo esterno delle vasche.

15.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

15.7 Campi di impiego

Consigliato

- stabilizzazione fanghi
- equalizzazione e sollevamento

Possibile

- denitrificazione
- miscelazione reagenti

16. CAPO XVI - POLIPREPARATORE

16.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

16.2 Caratteristiche costruttive

L'impianto per la preparazione del reagente in polvere (polielettrolita o similari) sarà del tipo automatico continuo.

In linea di massima l'impianto sarà costituito da:

- Tramoggia di accumulo del polielettrolita in polvere in acciaio inox AISI 304 dotata di coperchio e supporto per i sacchi (realizzato mediante rete metallica o equivalente) tale da permettere l'appoggio per un agevole svuotamento degli stessi al suo interno (prevedere, se possibile, il caricamento pneumatico).
- Sistema di dosaggio della polvere realizzato con coclea dotata di rompiponte e sistema di azionamento a velocità variabile (mediante regolatore meccanico ad azionamento manuale con visualizzazione del valore impostato).
- Gruppo di prediluizione della polvere a monte delle vasche di raccolta e maturazione costituito da eiettore liquido-liquido e camera di prediluizione della polvere ad imbuto.
- Vasca di miscelazione e maturazione del polielettrolita, con un tempo minimo di 1,5 h, completa di coperchi indipendenti per le singole vasche, realizzata in acciaio inox AISI 304, divisa in tre sezioni comunicanti per mezzo di sifone e dotate ognuna di sistema indipendente di agitazione con miscelatore lento in acciaio inox AISI 304. Completa di piedi per l'appoggio al basamento.

Tutte le sezioni della vasca saranno dotate di valvole di drenaggio che consentano lo svuotamento completo delle stesse. Nella vasca di accumulo finale di capacità uguale a quella di maturazione, sarà presente uno scarico di troppo pieno.

16.2.1 Gruppo di Controllo Acqua

L'afflusso dell'acqua di diluizione sarà controllato da un apposito gruppo preassemblato costituito da

- valvola manuale di intercettazione
- manometro
- filtro a Y per la rimozione delle impurità
- elettrovalvola a solenoide
- gruppo meccanico di regolazione della pressione
- pressostato di bassa pressione tarabile

- valvola per la regolazione di portata
- indicatore visivo di portata con scala graduata (tipo Rotometro) sui flussi gestiti
- misuratore di livello con uscita 4-20 mA

16.2.2 Quadro elettrico e sistema di controllo

Il quadro di controllo in esecuzione IP 55 sarà montato a bordo macchina e comprenderà i seguenti componenti:

- interruttore generale con blocco porta antinfortunistico
- comando locale di avvio/arresto ciclo preparazione
- comando reset allarmi
- segnale di marcia impianto
- segnale di arresto impianto
- segnale bassa pressione acqua
- segnale bassissimo livello soluzione
- segnale presenza tensione
- elementi elettromeccanici per l'azionamento dei motori
- segnali per l'esterno (disponibilità, scatto termiche, bassa pressione acqua, basso livello soluzione)
- pulsante per l'arresto di emergenza

Nella sezione di accumulo finale saranno presenti sonde di alto e basso livello, realizzate con bacchette in inox, isolate con materiale plastico, per l'azionamento automatico della sezione di preparazione, e un sensore con allarme di minimo livello.

16.2.3 Struttura di Accesso

La fornitura dovrà comprendere idonee strutture di accesso (scale e passerelle) che consentano un facile accesso alla tramoggia per lo scarico dei sacchi di polvere. Le strutture saranno realizzate in acciaio al carbonio verniciato con grigliati in vetroresina antisdrucciolo.

16.2.4 Caratteristiche Funzionali

Le macchine dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

La macchina dovrà consentire la preparazione della soluzione nel campo previsto di diluizione mediante impostazione della portata della coclea dosatrice della polvere.

La portata massima della coclea dovrà essere dimensionata valutando la massima concentrazione di preparazione della soluzione, in funzione della densità della polvere da sciogliere.

Nelle vasche dovranno essere adottati miscelatori di tipo verticale di tipo lento con potenza specifica pari o superiore a 500 W/m³.

Il sistema di scarico del troppo pieno dovrà essere dimensionato per la massima portata di acqua prevista in ingresso alla diluizione.

L'unità di preparazione deve essere dimensionata per preparare e stoccare in automatico la massima quantità di soluzione necessaria delle pompe dosatrici.

16.3 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte.

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| - potenzialità di produzione: | l/h |
| - concentrazione in soluzione: | % |
| - volume tramoggia polvere: | l |
| - portata coclea (max-min) | kg/h |
| - numero vasche di preparazione: | n° |
| - numero agitatori: n° | |
| - volume totale di soluzione | m ³ |
| - potenza installata agitatori: | kW |
| - potenza installata coclea: | kW |
| - massa complessiva | kg |

16.4 prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

16.5 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

17. CAPO XVII - POMPA CENTRIFUGA

17.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

17.2 Caratteristiche costruttive

Le pompe centrifughe orizzontali sono essenzialmente costituite da:

- gruppo di azionamento;
- giunto di accoppiamento;

- corpo pompa ad una o più giranti;
- basamento comune.

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

Per quanto applicabile dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla norma DIN-24255-EN733 "Pompe orizzontali ad uno stadio con motore normalizzato e tenuta meccanica".

17.2.1 Gruppo di Azionamento

Il gruppo, salvo diversa indicazione, sarà costituito da un motore elettrico normalizzato UNEL-IEC, in esecuzione IP55, con supporto inferiore per il sostegno.

Il motore sarà dotato di alettatura per il raffreddamento e ventola direttamente calettata sull'albero.

17.2.2 Giunto

Il giunto di collegamento motore - pompa sarà di tipo elastico a lamelle, completo di coprigiunto in lamiera facilmente smontabile secondo EN 294.

17.2.3 Corpo Pompa

La supportazione dell'albero sarà realizzata con cuscinetti volventi a sfere o rulli (due o più) lubrificati ad olio o a grasso.

I cuscinetti saranno accessibili mediante smontaggio di coperchi posti all'estremità del gruppo di supporto.

La tenuta potrà essere di tipo meccanico secondo DIN 24960, flussata con acqua pulita nel caso in cui la concentrazione di solido sospeso sia superiore a 10 g/l.

Lo scarico del flussaggio potrà essere indirizzato all'interno del corpo pompa.

In corrispondenza della tenuta (indipendentemente dalla tipologia adottata), l'albero dovrà essere protetto mediante boccola sostituibile in acciaio NiCrMo 1.4571.

La supportazione dovrà essere protetta mediante anello paraspruzzi da collocare sull'albero.

La girante del tipo a canali o arretrata sarà montata a sbalzo e fissata mediante linguetta ad incastro e vite di bloccaggio.

Nel caso di girante chiusa, essa sarà dotata di anello di tenuta facilmente sostituibile sul lato di contatto verso la bocca di aspirazione.

Le bocche di aspirazione e mandata saranno di tipo flangiato. Sulla bocca di aspirazione potrà essere installato un tronchetto aspirante.

La pompa dovrà essere dotata di tappo di scarico posto nel punto più basso della voluta e di tappo di sfiato posizionato sulla parte più alta della voluta o direttamente sulla bocca di mandata.

La presenza di più giranti potrà essere accettata unicamente nel caso di solido sospeso in concentrazione inferiore a 20 mg/l.

Nel caso di più giranti le volute dovranno essere singolarmente smontabili e l'albero dovrà essere supportato in testa da una bronzina nel caso siano presenti tre o più stadi.

In corrispondenza di ciascuna girante saranno montati due collari di tenuta sostituibili.

17.2.4 Basamento

I gruppi di pompaggio saranno completi di basamento con profilati in acciaio, comune per corpo pompa e motore.

Il gruppo sarà premontato in officina dal fornitore che dovrà garantire il corretto allineamento delle parti.

Il basamento sarà dotato di foratura per il fissaggio mediante tirafondi o tassellatura.

17.2.5 Accessori

Ogni pompa dovrà essere corredata di:

- manometro analogico diametro 100 mm con fondoscala pari 1,5 volte la pressione massima di esercizio, completo di rubinetto di spurgo, collegato prima delle valvole di mandata;
- valvola di ritegno immediatamente a valle della mandata;
- valvole di sezionamento a monte e valle della pompa.

Per la tipologia di valvole si rimanda alla classe di tubazioni relativa al fluido pompato.

17.3 Caratteristiche funzionali

Le pompe dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

Dovranno essere selezionate idraulicamente in modo da avere il punto di lavoro vicino il più possibile al punto di massimo rendimento.

Il punto di progetto potrà essere a destra del punto di massimo rendimento ma non dovrà essere oltre il 5% della portata di massimo rendimento.

Le pompe dovranno avere curva caratteristica continuamente crescente al diminuire della portata.

Non saranno ammesse pompe con girante al massimo diametro installato; dovrà essere possibile almeno un aumento della prevalenza del 5% alle condizioni nominali con sostituzione della girante.

Per le pompe che avranno servizio in parallelo, i relativi motori elettrici dovranno essere dimensionati per coprire il funzionamento a fondo curva.

In ogni caso tutti i motori elettrici dovranno avere un sovradimensionamento rispetto al punto di lavoro di:

- 25% fino alla potenza assorbita di 18,5 kW;
- 15% da 22 a 55 kW

I motori avranno grado di protezione meccanica IP55 Classe isolamento F.

Valore massimo di rumorosità alla portata nominale a 1 metro secondo ISO 3746:

80 dB(A)

Per la scelta delle giranti si veda la tabella seguente.

Tipo girante	Mono/multicanal e chiusa in voluta	Mono/multicanale aperta su diffusore o chiusa con ampio passaggio libero	Girante aperta a vortice	Girante multistadio chiusa
rendimento	ALTO	ALTO	BASSO	ALTO
USO				
Sollevamento iniziale	S	S	P	S
Sollevamento sabbie e Liquidi abrasivi	S	S	P	S
Sollevamento dreni	S	S	P	S
Sollevamento dei liquidi Fibrosi	P	S	P	S
Sollevamento fanghi (< 10 g/l)	S	C	C	S
Sollevamento fanghi (> 10 g/l)	S	P	C	S
Ricircolo miscela areata	S	C	P	S
Alimentazione Filtrazione	S	C	S	S
Controlavaggi filtri	P	C	S	S
Rilancio acqua filtrata	P	C	S	P
Pressurizzazione circuiti Acqua	C	P	S	C

LEGENDA

C = CONSIGLIATA

P = POSSIBILE

S = SCONSIGLIATA

17.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- portata m^3/h al punto di lavoro
- prevalenza mca “ “
- potenza assorbita Kw “ “
- rendimento idraulico % “ “
- diametro girante mm
- tipo di girante
- potenza installata kW
- velocità di rotazione rpm
- n. di giranti n.
- connessione di aspiraz. DN/PN
- connessione di mandata DN/PN
- materiale di costruzione
- corpo pompa e coperchi ghisa EN GJL 250 secondo EN 1561
- (Per alte sollecitazioni sui bocchelli) ghisa EN GJL 400-18 LT secondo EN 1563
- girante ghisa EN GJL 250 secondo EN 1561
- albero acciaio al carbonio C45N
- supporti e cuscinetti ghisa EN GJL 250 secondo EN 1561

17.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

17.6 Documentazione a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

17.7 Campi di impiego

Consigliati

- Ricircolo miscela aerata

- Ricircolo fanghi da sedimentatore
- Alimentazione filtrazione
- Controlavaggio filtrazione
- Rilancio acqua filtrata
- Pressurizzazione circuiti acqua limpida

18. CAPO XVIII - POMPA MONOVITE

18.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

18.2 Caratteristiche costruttive

Le pompe volumetriche monovite sono essenzialmente costituite da:

- gruppo di azionamento;
- sistema di trasmissione del moto;
- supporto e snodo;
- corpo pompa;
- rotore;
- statore;
- basamento

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

18.2.1 Gruppo di Azionamento

Il gruppo di azionamento, se non specificato altrimenti, sarà costituito da un motore elettrico normalizzato UNEL-IEC, in esecuzione 1P55.

Il motore sarà accoppiato mediante flangiatura al sistema di trasmissione del moto.

Il motore elettrico è generalmente privo di supporto. Esso potrà essere collocato in linea (nel caso di riduttore di giri fisso) o sopra al corpo pompe (nel caso di accoppiamento con variatore meccanico).

Vista la necessità di procedere comunque ad una riduzione significativa del numero di giri, il motore elettrico dovrà essere del tipo a 4 o 6 poli (con velocità di rotazione comunque inferiore a 1.500 rpm).

18.2.2 Sistema di Trasmissione del Moto

Il sistema di trasmissione del moto potrà essere costituito da:

- Riduttore meccanico di giri con rapporto fisso. Il riduttore sarà del tipo ad ingranaggi a bagno d'olio.
- Motovariatore meccanico continuo, costruito in accordo agli standard del fornitore, completo di manopola di regolazione ed indicatore proporzionale del rapporto di velocità.

Nel caso venga richiesta la riduzione dell'ingombro longitudinale, la trasmissione del moto potrà avvenire mediante accoppiamento con cinghie e pulegge.

Il riduttore o il variatore saranno dotati di idoneo supporto per il fissaggio su basamento. In questo caso, il gruppo sarà supportato direttamente dagli appoggi del corpo pompa.

L'accoppiamento con l'albero del rotore dovrà avvenire mediante inserimento di giunto elastico completo di coprigiunto in lamiera di agevole smontaggio.

Solo per portate inferiori a 5 m³/h può essere prevista un'esecuzione monoblocco con accoppiamento flangiato del gruppo motoriduttore a corpo pompa.

18.2.3 Supporto e Snodo

Nel caso di accoppiamento tradizionale, l'albero della pompa sarà supportato mediante cuscinetti a sfere o rulli (minimo 1 + 1 doppio), lubrificati ad olio, per impiego pesante.

La tenuta sarà di tipo meccanico. In caso di liquido con elevato tenore di solido (> 1%), potrà essere prevista una tenuta a baderna flussata con acqua pulita.

Lo snodo interno di accoppiamento dell'albero con il rotore sarà realizzato con spinotto protetto da manicotto in materiale plastico.

Il fornitore potrà offrire proprio standard costruttivo per l'esecuzione dello snodo (albero flessibile, dentatura sferica) con garanzia minima di 40.000 ore di funzionamento, le parti restanti saranno in acciaio inox.

18.2.4 Corpo Pompa

Il corpo pompa sarà realizzato in ghisa.

Il corpo sarà dotato di:

- bocca di aspirazione superiore o orientabile flangiata;
- bocca di mandata anteriore flangiata;
- foro di drenaggio;
- foro superiore nel bocchello terminale;
- tiranti di chiusura che facilitino l'estrazione del rotore;
- piede di appoggio all'estremità.

18.2.5 Rotore

Il rotore sarà realizzato in acciaio al carbonio trattato superficialmente con cromatura.

Per applicazioni con liquidi corrosivi potranno essere previsti rotori interamente in acciaio inossidabile o altro materiale adatto al contatto con il fluido pompato.

I rotori saranno del tipo a doppia cavità, realizzati con tubo pieno.

Il fornitore potrà proporre altre geometrie (ad esempio tripla cavità), ferme restando le caratteristiche prestazionali minime richieste.

18.2.6 Statore

Lo statore sarà realizzato in materiale plastico (gomma NBR).

Il fornitore dovrà verificare la compatibilità del materiale con il fluido pompato prevedendo alternative nel caso specifico di non-compatibilità.

Lo statore dovrà essere facilmente sostituibile mediante rimozione della chiusura terminale del corpo pompa del lato della bocca di mandata.

18.2.7 Basamento

Basamento comune per corpo pompa e gruppo di azionamento, realizzato in acciaio al carbonio verniciato.

Il basamento non è richiesto per pompe monoblocco.

18.2.8 Accessori

Tutte le pompe volumetriche dovranno essere dotate di valvola di sicurezza a molla da collocare direttamente sulla tubazione di mandata, immediatamente a valle della pompa.

Le valvole adottate dovranno essere tarabili ad un valore di pressione pari a quello massimo ammissibile di esercizio del circuito e comunque al valore della massima contropressione ammissibile per le pompe.

Le valvole dovranno avere un margine di taratura di almeno +/- 20% rispetto al valore di progetto.

Ogni pompa dovrà essere corredata di:

- manometro analogico diametro 100 mm con fondoscala pari 1,5 volte la pressione massima di esercizio, completo di rubinetto di spurgo, collegato prima delle valvole di mandata;
- valvola di ritegno immediatamente a valle della mandata;
- valvole di sezionamento a monte e valle della pompa.

18.2.9 Caratteristiche Funzionali

Le pompe dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

In ogni caso tutti i motori elettrici dovranno avere un sovradimensionamento rispetto al punto di lavoro di:

- 25% fino alla potenza assorbita di 18,5 kW;
- 15% da 22 a 55 kW

La potenza assorbita dovrà essere calcolata alla massima contropressione.

I motori avranno grado di protezione meccanica IP55 Classe isolamento F.

La velocità massima di rotazione (cui deve corrispondere la portata nominale o quella massima) sarà di:

- 500 rpm per acque pulite (TSS < 500 mg/l);
- 300 rpm per fanghi (TSS > 500 mg/l); 200 rpm per alte pressioni (filtropressa)
- 1.000 rpm per dosaggio reagenti.

18.3 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- portata m³/h
- n. di giri alla portata massima rpm
- portata minima m³/h
- numero di giri alla portata minima rpm
- pressione di esercizio bar
- potenza assorbita kW
- potenza installata kW
- velocità motore rpm
- connessione di aspiraz./mandata DN/PN
- contropressione massima bar
- tipologia di regolazione (portata)
- materiali di costruzione
- corpo pompa
- statore
- rotore
- massa complessiva kg

18.4 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

Le pompe dovranno essere montate in modo tale da consentire una facile sostituzione dello statore.

Tutte le pompe dovranno essere corredate di valvola di sicurezza sulla mandata con taratura impostabile nel campo di funzionamento previsto.

Lo scarico delle valvole di sicurezza dovrà essere raccolto ed indirizzato ad una rete di raccolta.

Per tutte le applicazioni che prevedano contemporaneamente:

- elevato carico di solidi sospesi (fanghi ispessiti, calce)
- funzionamento non continuo

dovrà essere previsto un dispositivo di flussaggio con acqua industriale immediatamente a monte delle pompe.

18.5 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE

- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

18.6 Campi di impiego

Consigliati:

- trasferimento di fanghi ispessiti
- alimentazione disidratazione meccanica
- dosaggi di reflui al trattamento
- ricircolo latte di calce

Possibili

- dosaggio polielettrolita

19. CAPO XIX - POMPE DOSATRICI

19.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere al requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

19.2 Caratteristiche costruttive

Le pompe dosatrici per reagenti chimici sono essenzialmente costituite da:

- gruppo di azionamento;
- gruppo di trasmissione del moto e regolazione della portata;
- testata di pompaggio;
- accessori;

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

19.2.1 Gruppo di Azionamento

Il gruppo, se non specificato altrimenti, è generalmente costituito da un motore elettrico normalizzato UNEL-IEC in esecuzione 1P55, collegato all'albero mediante giunto elastico.

Motorizzazioni inferiori a 0,37 kW è consentita l'adozione di motorizzazioni specifiche non normalizzate, secondo standard del costruttore.

Il motore elettrico sarà in ogni caso completo di alettatura di raffreddamento, ventilatore e morsettiera esterna stagna con pressacavo.

Il motore elettrico sarà flangiato direttamente su un riduttore di tipo a vite senza fine lubrificato ad olio.

19.2.2 Gruppo di trasmissione del moto e regolazione portata

In linea di massima la trasmissione del moto sarà realizzata con meccanismo ad albero eccentrico e disco di spinta con ritorno a molla. Il fornitore potrà comunque utilizzare il proprio standard costruttivo ed in particolare potrà essere utilizzato un sistema di ritorno positivo.

Il sistema sarà lubrificato ad olio con spia visiva per la verifica dall'esterno del livello all'interno del meccanismo.

La regolazione della portata potrà avvenire, in tutte le applicazioni che non richiedano l'adeguamento del dosaggio rispetto ad una portata defluente di tipo variabile o discontinuo, mediante regolatore manuale di tipo meccanico.

Tale regolazione dovrà permettere di ridurre la portata di dosaggio fino a valori pari al 10 % della portata nominale delle pompe.

Il valore di portata impostato dovrà essere reso visibile mediante apposita scala graduata o dispositivo di visualizzazione di facile lettura.

Nel caso venga richiesta una regolazione della portata di dosaggio, in funzione di un segnale esterno, il sistema potrà essere di tipo elettromeccanico servoassistito (mediante regolazione meccanica della corsa dello spintore) o di tipo elettronico agente sulla frequenza elettrica di alimentazione (tipo "inverter").

In ogni caso il sistema adottato dovrà consentire:

- visualizzazione della portata attuale
- controllo locale della portata massima nominale

Il meccanismo sarà contenuto in un carter in alluminio.

19.2.3 Testata di pompaggio

Sistema di pompaggio potrà essere costituito da pistone tuffante (solo per liquidi non aggressivi chimicamente) o da membrana.

Pistone

Tale configurazione prevede l'utilizzo di un pistone pompate in PVC o AISI 316 completo di tenute a V in teflon registrate nel serraggio del premistraccia.

Il corpo pompa sarà realizzato in PVC o AISI 316L.

E' prevista l'esecuzione con valvole di tenuta doppie (singole per portate superiori a 100 l/h) in PIREX o equivalente.

Gli attacchi di aspirazione e mandata saranno di tipo flangiato.

Membrana

Tale soluzione prevede l'utilizzo di una membrana in gomma con rivestimento in teflon e struttura di supporto con rete di nylon.

La membrana sarà irrigidita da anello in PVC e da un supporto metallico per il collegamento filettato con lo spintore.

Il corpo pompa sarà realizzato in PVC o AISI 316L.

E' prevista l'esecuzione con valvole di tenuta doppie (singole per portate superiori a 100 l/h) in PIREX o equivalente.

Gli attacchi di aspirazione e mandata saranno di tipo flangiato.

19.2.4 Accessori

La fornitura dovrà comprendere in linea di massima:

- struttura di sostegno premontata (skid) completa di protezioni in plastica apribili per consentire l'accesso per manutenzioni, regolazioni e pulizia;
- valvole di sicurezza, tarate alla pressione massima di esercizio, convogliate all'interno del bacino;
- valvole di contropressione (per linee di lunghezza superiore a 20 m o per tubazioni che possono essere soggette a svuotamento);
- polmone di smorzamento delle pulsazioni (se richiesto in funzione della lunghezza e delle caratteristiche della linea) completo di valvole;
- filtro a Y di facile smontaggio da inserire sulla tubazione di aspirazione.

19.3 Caratteristiche Funzionali

Le pompe dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

La portata nominale di progetto dovrà essere raggiunta con un numero di cicli al minuto inferiore a 100.

I motori avranno grado di protezione meccanica IP55 Classe isolamento F.

E' richiesto il controllo automatico della portata per tutte le applicazioni che: richiedano un controllo accurato del dosaggio ed una variazione sensibile della portata del flusso principale (ad esempio chiariflocculazione di emergenza, disinfezione) in dipendenza del regime idraulico.

In alternativa, per le applicazioni caratterizzate da minor criticità, è possibile prevedere dosaggi in discontinuo con timer pausa-lavoro impostabili.

19.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- tipo di pompa
- portata nominale l/h
- colpi minuto n°
- contropressione max bar
- potenza installata kW
- velocità di rotazione rpm (motore)
- connessione di mandata DN/PN
- massa kg
- materiale di costruzione (specificare difformità)
- corpo pompa PVC
- membrana teflon
- pistone
- valvole pirex
- tipo di regolazione della portata MAN/AUTO
- sistema di regolazione della portata
- campo di regolazione

19.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

In linea di massima il montaggio del pompe dovrà consentire:

- un facile accesso per la regolazione della portata;
- la massima visibilità del grado di regolazione impostato;
- un agevole smontaggio delle parti soggette ad intasamento (valvole);
- il contenimento di eventuali perdite all'interno di vasche o bacini di raccolta;

19.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

19.7 Campi di impiego

Pistone Consigliati:

- dosaggio polielettrolita
- dosaggio reagenti non aggressivi chimicamente

Membrana Consigliati

- dosaggio reagenti in generale

20. CAPO XX - POMPE SOMMERGIBILI

20.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

20.2 Caratteristiche costruttive

Le pompe sommergibili sono costituite da un'esecuzione monoblocco comprendente:

- motore elettrico;
- albero e tenute;
- girante;
- corpo pompa;
- accessori

Di seguito vengono descritte le caratteristiche funzionali delle singole parti.

20.2.1 Motore Elettrico

Il motore elettrico del tipo asincrono trifase sarà del tipo a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4 o 6 poli in funzione delle esigenze.

Il motore sarà di tipo stagno in esecuzione IP 68 (garantito alla profondità di installazione) e sarà dotato di raffreddamento dal liquido circostante.

In funzione delle caratteristiche del fornitore e delle condizioni previste per il funzionamento (condizione di camera asciutta), potrà essere previsto idoneo sistema per la circolazione forzata del liquido in una camicia esterna.

Il circuito dovrà essere di tipo inintascabile.

Il motore sarà dotato di uno o più sensori termici sugli avvolgimenti.

La morsettiera sarà incapsulata a tenuta stagna con protezione antitorsione ad antistrappamento del cavo.

Il cavo sommergibile dovrà garantire lunghezza adeguata per raggiungere un punto asciutto prima della connessione, la quale dovrà avvenire entro una cassetta di giunzione con morsetti a vite e custodia in alluminio pressofuso IP-55; il tratto di cavo dalla cassetta al motore, all'esterno della vasca, dovrà essere protetto con guaina armata in PVC flessibile, con lo stesso grado di protezione meccanica.

20.2.2 Albero e Tenute

L'albero equilibrato dinamicamente, realizzato in acciaio inossidabile (min AISI 420) sarà supportato da almeno 2 cuscinetti di rotolamento a sfere del tipo "lubrificato a vita" esente da manutenzione.

I cuscinetti saranno collocati in posizione superiore ed è inferiore rispetto al motore elettrico.

La tenuta sarà doppia, con tenuta meccanica al carburo di tungsteno o di silicio, lato liquame, indipendente dal senso di rotazione.

Dal lato motore, la tenuta sarà con guarnizione radiale a labbro o tenuta meccanica in grafite.

20.2.3 Girante

La girante sarà montata a sbalzo sull'albero comune.

La girante potrà essere di differente tipologia: uno o più canali, chiusi o aperti con profilo autopulente in funzione della tipologia di refluo da sollevare.

Nel caso di girante chiusa sarà presente un anello di tenuta tra girante e bocca di aspirazione.

Per la scelta delle giranti si veda la tabella riportata al punto 3.0.

20.2.4 Corpo Pompa

Il corpo pompa sarà realizzato con ampia luce di passaggio e comprenderà la flangia di collegamento alla tubazione di mandata.

La verniciatura del motore e corpo pompa sarà del tipo a clorocaucciù o equivalente.

20.2.5 Accessori

Per esecuzione sommergibile mobile, nella fornitura saranno inclusi:

- piede di accoppiamento con curva di raccordo (anche a diametro variabile in funzione degli standard costruttivi);
- uno o più tubi guida per la calata delle pompe di lunghezza idonea (inox);
- aggancio superiore per i tubi guida (inox);
- catena in acciaio inox per il sollevamento;
- viti, bulloni, dadi, etc. tutti in AISI 316.

Per esecuzione in camera asciutta, la fornitura dovrà comprendere:

- tronchetto adattabile sulla bocca di aspirazione con flangia di collegamento;
- supporto per pompa;
- supporto per motore (solo in esecuzione orizzontale).

Ogni pompa dovrà essere corredata di:

- manometro analogico diametro, 100 mm con fondoscala pari 1,5 volte la pressione massima di esercizio, completo di rubinetto di spurgo, collegato prima delle valvole di mandata;
- valvola di ritegno immediatamente a valle della mandata (comunque in posizione accessibile);
- valvole di sezionamento a monte e valle della pompa.

Per esecuzione in tubazione

- tubazione di mandata in acciaio al carbonio verniciato con dimensioni e particolari da definire in accordo con il fornitore della macchina

20.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

Dovranno essere selezionate idraulicamente in modo da avere il punto di lavoro vicino il più possibile al punto di massimo rendimento. Il punto di progetto potrà essere a destra del punto di massimo rendimento ma non dovrà essere oltre il 5% della portata di massimo rendimento.

Le pompe dovranno avere curva caratteristica continuamente crescente al diminuire della portata.

Non saranno ammesse pompe con girante al massimo diametro installato; dovrà essere possibile almeno un aumento della prevalenza del 5% alle condizioni nominali con sostituzione della girante.

Per le pompe che avranno servizio in parallelo, i relativi motori elettrici dovranno essere dimensionati per coprire il funzionamento a fondo curva.

In ogni caso tutti i motori elettrici dovranno avere un sovradimensionamento rispetto al punto di lavoro di:

- 25% fino alla potenza assorbita di 18,5 kW
- 15% da 22 a 55 kW

I motori avranno grado di protezione meccanica IP68 Classe isolamento F.

Per la scelta delle giranti si dovrà far riferimento alle seguenti linee guida.

Indipendentemente dal tipo di pompa, la velocità di rotazione dovrà essere limitata al di sotto di 1.500 giri/min.

20.3.1 Sollevamento Iniziale

Dovranno essere adatte ad essere pilotate tramite inverter;

- per piccole portate da 0 a 15 l/s, prevalenze da 40 a 5 m e per installazioni isolate, ove per semplicità impiantistica non viene prevista la grigliatura, preferire girante multicanale aperta trituratrice. Il basso rendimento idraulico viene parzialmente compensato dall'assenza della grigliatura;
- per portate da 0 a 200 l/s e prevalenze fino a 40 m, orientarsi su girante, aperta bipolare su diffusore (o equivalente), idonea per acque contenenti corpi solidi e materiali fibrosi. Il costruttore della pompa deve garantire l'inintasabilità della girante;
- sempre nello stesso campo di portate e prevalenze è possibile usare girante chiusa mono-bi-multicanale, con passaggio libero di almeno 100 mm per bocchelli di mandata superiori a DN 100;
- giranti di tipo arretrato a vortice, per portare fino a 50 l/s, sono consentite solo per sollevamento di acque contenenti sabbia e sostanze abrasive, a causa del loro basso rendimento;
- giranti chiuse a canali con passaggio libero inferiore a \varnothing 60 mm sono sconsigliate.

20.3.2 Sollevamento Dreni e Fanghi

- per portate fino a 20 l/s e basse prevalenze (circa 5 m) utilizzare giranti chiuse mono o bicanale, con passaggio libero delle stesse dimensioni del bocchello di mandata;
- per portate fino a 100 l/s e prevalenze da 40 a 5 m è possibile usare sia le giranti chiuse suddette con passaggio libero 100 mm, sia le giranti aperte bipolari inintasabili. Queste ultime sono consigliate nel caso di presenza di filamenti e corpi fibrosi;
- nel caso di fanghi a elevata concentrazione (> 10 g/l) valutare la convenienza tecnico/economica di installare pompe sommergibili con girante arretrata a vortice (a basso rendimento) o in alternativa pompe orizzontali volumetriche per fanghi (ad esempio pompe monovite).

20.3.3 Ricircolo Miscela Aerata

- per portate da 10 a 200 l/s e prevalenze fino a 5 a 10 m è possibile utilizzare girante chiusa a canali e diffusori per installazione intubata, semplificando l'impiantistica meccanica. Per garantire il funzionamento, la miscela deve essere esente da corpi solidi e la girante deve possedere un passaggio libero pari almeno a 100 mm;
- è possibile selezionare giranti aperte bipolari (o equivalenti) e chiuse a canali come definito per i fanghi al paragrafo precedente.

20.3.4 Alimentazione Filtri/Controlavaggio Filtri/ Rilancio Acqua

- per l'alimentazione di filtri a gravità è possibile utilizzare girante chiusa a canali e diffusori per installazione intubata;
- per l'alimentazione di filtri a sabbia in pressione, per il controlavaggio e il rilancio ove è previsto servizio gravoso, impiegare giranti chiuse a canali con passaggio libero, di circa 50 mm. Deve comunque essere assicurata l'assenza di materiali solidi e fibrosi;
- in caso di rischio di presenza di materiali solidi e fibrosi utilizzare girante aperta bipolare o chiusa multicanale con passaggio libero 100 mm, come per i fanghi e i dreni.

20.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- portata m^3/h
- prevalenza mca
- potenza assorbita kW al punto di lavoro
- rendimento idraulico %
- diametro girante mm
- tipo di girante
- passaggio libero mm
- potenza installata kW
- velocità di rotazione rpm
- connessione di mandata DN/PN
- materiale di costruzione:
- corpo pompa
- girante

20.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

In ogni caso, nella predisposizione delle opere civili e meccaniche a corredo dell'inserimento di pompe sommergibili, dovranno essere verificati i seguenti requisiti:

- possibilità di estrazione delle macchine senza impedimenti legati ad interferenze con telai di grigliato, tubazioni, valvole, cavi e cassette elettriche;
- per ogni installazione sarà previsto un idoneo sistema di sollevamento costituito da trave porta paranco o gru a bandiera e paranco manuale;
- collocazione delle valvole di ritegno e sezionamento in posizione idonea alla manutenzione ed alla movimentazione.

20.6 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

20.7 Campi di impiego

Consigliati:

- sollevamenti iniziali
- pozzetti drenaggio
- pozzetti fanghi

Possibili:

- ricircolo miscela aerata
- ricircolo fanghi da sedimentazione
- alimentazione filtrazione
- controlavaggio filtrazione

21. CAPO XXI - POMPE VERTICALI

21.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

21.2 Caratteristiche costruttive

Le pompe ad asse verticale sono essenzialmente costituite da:

- gruppo di azionamento;
- testata di appoggio;
- linea d'asse;
- tronco pompa ad una o più giranti.
- Accessori

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche di ogni elemento funzionale.

21.3 gruppo di azionamento

Il gruppo, se non specificato altrimenti, è generalmente costituito da un motore elettrico normalizzato UNEL-IEC in esecuzione IP55, collegato all'albero mediante giunto elastico.

Il giunto sarà contenuto in apposito involucro da flangiare al motore elettrico.

Il giunto sarà completo di cuscinetto a sfere lubrificati a grasso o a rulli lubrificati ad olio (in tal caso si può prevedere serpentina di raffreddamento) per il sostegno inferiore del giunto.

La parte superiore dell'albero sarà dotata di vite di registrazione per il corretto allineamento relativo di giranti e corpo.

21.3.1 Testata di Appoggio

La testata di appoggio è costituita dalla bocca di mandata e dalla tenuta di albero.

La tenuta sarà a premitreccia (baderna) o meccanica. In ogni caso dovrà essere garantito un agevole accesso alla tenuta senza richiedere smontaggi di parti del macchinario.

In corrispondenza della tenuta, l'albero dovrà essere protetto con camicia di rivestimento sostituibile.

La testata comprenderà la bocca di scarico costituita da attacco flangiato laterale.

21.3.2 Linea D'asse

La linea trasmette il moto dal gruppo di azionamento fino alla girante, convogliando nel contempo il flusso di mandata fino alla bocca di scarico.

La linea è composta dalla colonna e dall'albero di trasmissione guidato da boccole lubrificate dal liquido pompato.

Nel caso in cui l'acqua sia particolarmente torbida, l'albero sarà isolato dall'acqua mediante un tubo di rivestimento all'interno del quale sarà fatta circolare acqua limpida in pressione.

L'albero sarà costituito da elementi modulari accoppiati mediante giunti di facile smontaggio.

21.3.3 Tronco pompa

Il tronco pompa è fissato alla linea d'asse ed è costituito da uno o più corpi pompa (in funzione della prevalenza richiesta) contenenti le giranti di tipo centrifugo aperte o chiuse, calettate sull'albero di trasmissione.

La pompa sarà dotata di valvola di fondo per mantenere piena d'acqua la colonna montante e lubrificare i cuscinetti.

Le giranti saranno equilibrate singolarmente; il rotore sarà supportato alla estremità da anello in gomma antiusura.

Ogni corpo intermedio sarà munito di cuscinetto.

Sulla bocca di ingresso sarà posizionata un'idonea griglia (succheruola) per prevenire l'ingresso di corpi estranei.

21.3.4 Accessori

Ogni pompa dovrà essere corredata di:

- manometro analogico diametro 100 mm con fondoscala pari 1,5 volte la pressione massima di esercizio, completo di rubinetto di spurgo, collegato prima delle valvole di mandata;

- valvola di ritegno immediatamente a valle della mandata;
- valvole di sezionamento a monte e valle della pompa.

21.4 Caratteristiche funzionali

Le pompe dovranno essere adatte al funzionamento continuo.

Dovranno essere selezionate idraulicamente in modo da avere il punto di lavoro vicino il più possibile al punto di massimo rendimento. Il punto di progetto potrà essere a destra del punto di massimo rendimento ma non dovrà essere oltre il 5% della portata di massimo rendimento.

Le pompe dovranno avere curva caratteristica continuamente crescente al diminuire della portata.

Non saranno ammesse pompe con girante al massimo diametro installato; dovrà essere possibile almeno un aumento della prevalenza del 5% alle condizioni nominali con sostituzione della girante.

Per le pompe che avranno servizio in parallelo, i relativi motori elettrici dovranno essere dimensionati per coprire il funzionamento a fondo curva.

In ogni caso tutti i motori elettrici dovranno avere un sovradimensionamento rispetto al punto di lavoro di:

- 25% fino alla potenza assorbita di 18,5 kW;
- 15% da 22 a 55 kW

I motori avranno grado di protezione meccanica IP55 Classe isolamento F.

Per applicazioni che prevedano funzionamento in condizioni abituali di acqua particolarmente torbida (TSS medio > 40 mg/l) dovranno essere previste:

- giranti di tipo aperto ad ampio passaggio libero
- doppio albero con flussaggio di acqua pulita nella camicia.

Le pompe in oggetto non potranno essere applicate in condizioni di funzionamento che prevedano la presenza con fanghi o filamenti (TSS > 300 mg/l, assenza di grigliatura fine 3-5 mm a monte).

21.5 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte

- portata m³/h
- prevalenza mca
- potenza assorbita kW (al punto di lavoro)
- rendimento idraulico %
- diametro girante mm
- potenza installata kW
- velocità di rotazione rpm
- n. di giranti n.
- distanza base succheruola m
- connessione di mandata DN/PN
- materiale di costruzione (specificare difformità)
 - corpo pompa/colonna ghisa
 - albero acciaio con riporto
 - girante ghisa
 - succheruola acciaio zincato
- tipo di tenuta albero
- tipo e lubrificazione cuscinetti

21.6 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

In ogni caso, nella predisposizione delle opere civili e meccaniche a corredo dell'inserimento di pompe sommergibili, dovranno essere verificati i seguenti requisiti:

- possibilità di estrazione delle macchine senza impedimenti legati ad interferenze con telai di grigliato, tubazioni, valvole, cavi e cassette elettriche;
- per ogni installazione sarà previsto un idoneo sistema di sollevamento costituito da trave porta paranco o gru a bandiera e paranco manuale o in alternativa dove ciò non sia tecnicamente fattibile dovrà essere consentito un agevole accesso per mezzi dall'esterno;
- collocazione delle valvole di ritegno e sezionamento in posizione idonea alla manutenzione ed alla movimentazione.

21.7 Documenti a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

21.8 Campi di impiego

Consigliati

- Controlavaggio filtrazione
- Rilancio acqua filtrata
- Pressurizzazione circuiti acqua limpida

Possibili

- Alimentazione filtrazione

22. CAPO XXII - SOFFIANTE

22.1 Scopo della specifica

La presente specifica comprende le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere rispettate per rispondere ai requisiti di accettabilità richiesti per le macchine descritte.

22.2 Caratteristiche costruttive

I gruppi di compressione dovranno costituiti dai seguenti elementi essenziali:

- motore elettrico e trasmissione;
- soffiatore volumetrico a lobi;
- silenziatori;
- cabina insonorizzata;
- valvole e strumenti.

Di seguito sono illustrati i vari elementi.

22.2.1 Motore Elettrico e Trasmissione

L'azionamento della soffiante avverrà mediante motore elettrico trifase di tipo normalizzato IEC con protezione meccanica minima IP 55.

Dove richiesto dal processo il motore dovrà essere idoneo per funzionamento a velocità variabile con azionamento mediante variatore di frequenza (inverter).

La trasmissione avverrà mediante cinghie antistatiche con tensionatore automatico.

Le cinghie saranno protette mediante apposito carter metallico.

La velocità periferica delle pulegge dovrà in ogni caso essere inferiore a 32 m/s.

E' consentito l'accoppiamento diretto solamente nel caso di unità di taglia superiore a 10.000 Nm³/h e potenza del motore elettrico maggiore di 137 kW.

22.2.2 Soffiatore

Il soffiatore sarà caratterizzato da due rotori a tre lobi in grado di garantire pulsazioni di pressione contenute nel 2% della pressione di funzionamento.

I cuscinetti di supporto dei rotori saranno del tipo a corpi volventi con vita teorica superiore a 100.000 ore di funzionamento.

L'ingranaggio di sincronismo dei rotori sarà realizzato con ruote a denti elicoidali cementati, rettificati e calettati sugli alberi.

La tenuta del gas sugli alberi sarà assicurata da tenute a labirinto accoppiate a dischi spandiolio. Le tenute dovranno assicurare l'assenza di olio nel gas pressurizzato.

La tenuta dell'olio sarà assicurata da un anello paraolio a labbro.

La lubrificazione dei cuscinetti e degli ingranaggi sarà realizzata mediante lo sbattimento dell'olio con dischi calettati sull'albero di comando.

Il raffreddamento del soffiatore e dell'olio di lubrificazione sarà assicurato da convezione naturale.

22.2.3 Silenziatori

Il silenziatore di aspirazione sarà costituito da una camera a interferenza accoppiata ad un dispositivo ad assorbimento per le frequenze superiori a 500 Hz.

Il filtro sarà posizionato all'ingresso del soffiatore per compensare eventuale deterioramento della fonoassorbenza della cabina silenziata.

Il silenziatore di mandata sarà costituito da una camera di risonanza con tubo a flusso incrociato accoppiata ad una camera ad interferenza per l'abbattimento della frequenza base.

Il silenziatore dovrà essere privo di materiale fonoassorbente onde conservare nel tempo le prestazioni iniziali e non determinare inquinamenti del gas pressurizzato.

22.2.4 Cabina Insonorizzata

La cabina sarà costituita da pannelli autoportanti in acciaio zincato con tamponamento fonoassorbente in poliuretano autoestinguente.

La base della struttura sarà costituita da due longheroni in acciaio zincato.

Il gruppo sarà fissato sui longheroni mediante giunti antivibranti in gomma.

Un ventilatore assiale a funzionamento continuo consentirà la ventilazione all'interno della cabina insonorizzata.

Il rumore, misurato ad 1 metro dal gruppo cabinato, secondo standard ISO 3746, dovrà essere comunque inferiore a:

- | | |
|----------|--|
| 80 dB(A) | per macchine fino a 1000 Nm ³ /h |
| 85 dB(A) | per macchine superiori a 1000 Nm ³ /h |

22.2.5 Valvole e Strumenti

Il gruppo sarà completato da:

1. valvola di sicurezza in acciaio zincato, a taratura regolabile per la protezione da sovrappressioni sulla mandata;
2. valvola di ritegno con battente in gomma con rinforzo metallico.
3. raccordo elastico per il collegamento alla tubazione di mandata

Nel caso di avviamento stella/triangolo, andrà prevista ulteriore valvola di avviamento per mettere in comunicazione la mandata con l'ambiente. Tale valvola avrà un funzionamento completamente automatico.

Il gruppo sarà dotato di manometro della pressione di mandata e della depressione di aspirazione di cui sarà evidenziato il campo critico derivante dall'intasamento dei filtri.

22.3 Caratteristiche funzionali

Le macchine dovranno essere dimensionate per il funzionamento continuo.

Nel caso che si utilizzi un azionamento mediante inverter, i motori dovranno essere adeguatamente verificati per le condizioni tipiche di lavoro.

Nel caso si ipotizzi l'utilizzo prolungato a velocità inferiore al 50% di quella nominale, dovrà essere prevista una ventilazione assistita.

Il motore elettrico dovrà consentire di coprire un incremento del 10% della pressione differenziale nominale.
 La velocità di rotazione del soffiatore dovrà essere contenuta entro i seguenti limiti, in funzione della taglia della macchina:

fino a 600 Nm ³ /h	3000 rpm
fino a 1800 Nm ³ /h	2800 rpm
fino a 3000 Nm ³ /h	2500 rpm
fino a 5000 Nm ³ /h	2000 rpm
fino a 10000 Nm ³ /h	1500 rpm

22.4 Caratteristiche tecniche

I seguenti dati minimi dovranno essere indicati per la caratterizzazione dimensionale delle macchine prescelte.

- portata Nm³/h
- pressione differenziale bar
- velocità soffiatore rpm
- velocità motore rpm
- potenza assorbita kW
- potenza installata kW
- diametro bocche DN/PN
- incremento temperatura °C
- rumorosità (senza/con cabina) dB(A)

22.5 Prescrizioni per il montaggio

Per le prescrizioni generali per il montaggio, si veda la relativa specifica generale.

Al fine di consentire l'abbattimento sonoro richiesto, i gruppi dovranno essere appoggiati direttamente su basamento in cls.

Nel caso si dovessero installare su altre strutture, dovranno essere adottati idonei dispositivi di insonorizzazione.

I gruppi dovranno essere collocati ad una distanza dalle pareti, sufficiente per consentire lo smontaggio dei pannelli insonorizzati.

In funzione dei livelli di emissione sonora richiesti al bordo dell'impianto, dovrà essere valutata la necessità di inserire le macchine all'interno di fabbricati adeguatamente tamponati, che contribuiscano a contenere ulteriormente il livello di emissione.

22.6 Documentazione a corredo

Le macchine fornite dovranno essere corredate di:

- marchiatura CE
- targa identificativa con dati caratteristici
- specifiche materiali e verniciature
- disegni costruttivi
- certificato collaudi eseguiti
- certificato prove motori
- manuale di installazione, uso e manutenzione
- lista parti di ricambio consigliate

22.7 Campi di impiego

Consigliati

- Produzione aria compressa per ossidazione
- Produzione aria compressa per stabilizzazione aerobica dei fanghi
- Produzione aria compressa per controlavaggio filtri

Possibili

- Produzione aria compressa per dissabbiatori (se prevista portata superiore a 200 Nm³/h)

23. CAPO XXIII - INDICAZIONE SUL MONTAGGIO DI TUBAZIONI-CARPENTERIE-APPARECCHIATURE

23.1 Prefabbricazione e montaggio delle tubazioni

23.1.1 Generalità

Le tubazioni e i componenti saranno realizzati in accordo alla direttiva 97/23/CE (PED).

In funzione della pericolosità del fluido, della pressione massima ammissibile e del diametro delle tubazioni, si attribuisce ad ogni componente una categoria di rischio. L'impianto nel suo complesso prende la categoria di rischi del componente più gravoso.

Generalmente i componenti di un impianto trattamento acqua ricadono o nell'articolo 3 paragrafo 3 o nella categoria I.

Le categorie di rischio per i principali fluidi presenti in un impianto trattamento acqua sono riassunte nella seguente tabella:

Categoria di rischio in accordo alla direttiva 97/23/CE (PED)					
Fluido	Gruppo Fluido	Tabella di riferimento	Esente	Art 3 par. 3	I
Reflui non grigliati Reflui grigliati Reflui trattati Dreni Fanghi Oli Acqua affinata Acqua tecnologica Additivi chimici liquidi	2	9	PS < 0,5	PS x DN ≤ 5.000	PS x DN ≤ 20.000
Miscela aerata Aria di ossidazione Aria compressa Additivi chimici gassosi	2	7	PS < 0,5	PS x DN ≤ 1.000	PS x DN ≤ 3.500

PS = Pressione massima ammissibile (bar)

DN = Diametro nominale (mm)

Per le tubazioni dell'art. 3 non è richiesto il marchio CE, purché progettate e fabbricate secondo la corretta prassi costruttiva in uso nello stato di fabbricazione appartenente all'Unione Europea, nonché corredate di sufficienti istruzioni per l'uso.

Per le tubazioni di categoria I si applica il controllo di fabbricazione interno che comporta l'apposizione del marchio CE ed il rilascio della dichiarazione scritta di conformità a cura del fabbricante, senza la vigilanza di un Organismo Notificato.

23.2 Modalità di approvvigionamento, certificazione e verifica

Le certificazioni richieste per le diverse tipologie di componenti e le modalità di verifica sono sintetizzate nella seguente tabella, con le note di chiarimento e specifica riportata nei paragrafi seguenti.

	Caratteristiche Chimiche e meccaniche	Collaudo idraulico	Diagrammi trattamenti termici	Ispezione visiva	Controllo dimensionale	Esame radiografico	Prov. t. Chius. s. pressione	Car. attuator e	Prova Funziona.
T. e racc.	C+V	C+V	C+V	C+V+S	C+V+S	C+V			
Flange	C+V	C+V	C+V	C+V+S	C+V+S	C+V			
Valvole	C+V	C+V	C+V	C+V+S	C+V+S	C+V	C+V	C+V+S	C+V

C = Certificazione da parte della fonderia, del produttore e/o di ente certificatore terzo.

V = Verifica da parte della Direzione Lavori della conformità del certificato alle specifiche d'ordine e della corrispondenza fra materiale e certificato.

S = Controllo a campione da parte della Direzione Lavori al momento della consegna in cantiere.

23.3 Tubi e raccorderia

23.3.1 Marcatura

Ciascuna barra di tubo dovrà riportare individualmente le seguenti informazioni stampate con vernice resistente agli agenti atmosferici per tutta la lunghezza di una generatrice:

- Produttore
- Tipo e grado del materiale
- Procedura di costruzione
- Diametro nominale
- Spessore o schedala
- Numero di colata o altro codice di identificazione
- Ogni altro dato richiesto dalle norme applicabili.

La raccorderia dovrà recare impresso il numero di colata.

23.3.2 Protezione esterna e requisiti generali

I tubi e la raccorderia in acciaio al carbonio dovranno essere protetti dal fabbricante con prodotti antiruggine facilmente rimovibili. I tubi in acciaio inossidabile dovranno essere rivestiti con una pellicola in plastica.

Le estremità dovranno essere tappate con capsule in plastica. Al momento della spedizione dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie per evitare ammaccature o deformazioni durante il trasporto.

Tubi ammaccati e deformati, con avanzato grado di ossidazione interno o esterno potranno essere respinti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

23.3.3 Certificati

Tutti i certificati di origine dei materiali e dei collaudi eseguiti dal produttore saranno oggetto di verifica.

Le caratteristiche chimiche e meccaniche dei materiali, i collaudi idraulici e i diagrammi dei trattamenti termici, ove previsti, dovranno essere conformi alle norme e ai codici applicabili, in funzione della classe tubazione di appartenenza.

23.3.4 Ispezione visiva

Le superfici dovranno presentarsi pulite e prive di cricche, senza asperità e altri difetti giudicati inaccettabili dalla Direzione Lavori.

23.3.5 Controllo dimensionale

Il controllo dovrà essere eseguito e certificato dal produttore, rispettando le tolleranze previste dai relativi codici.

Dovranno in particolare essere controllati:

- spessore
- diametro
- dimensione degli smussi
- linearità della barre
- regolarità della sezione circolare.

In fase di ricevimento delle tubazioni in cantiere, la Direzione Lavori potrà ripetere a campione i collaudi dimensionali.

23.3.6 Esame radiografico

I tubi saldati longitudinalmente dovranno essere sottoposti a controllo radiografico secondo ANSI B31.3.

23.4 Flange

23.4.1 Marcatura

Le flange saranno marcate utilizzando il numero di colata.

23.4.2 Protezione esterna

Le superfici in acciaio al carbonio non lavorate di macchina, esclusi l'acciaio inossidabile e l'acciaio galvanizzato, dovranno essere protetti dal fabbricante con prodotti antiruggine facilmente asportabili. Le flange in acciaio inossidabile dovranno essere protette con una pellicola in plastica.

Le superfici lavorate di macchina dovranno essere rivestite con prodotti eliminabili a strappo. Inoltre le facce di accoppiamento dovranno essere protette contro il danneggiamento durante il trasporto o lo stoccaggio con protezioni in plastica pesante o legno.

23.4.3 Certificati

Tutti i certificati di origine dei materiali e dei collaudi eseguiti dal produttore saranno oggetto di verifica.

Le caratteristiche chimiche e meccaniche dei materiali, i collaudi idraulici e i diagrammi dei trattamenti termici, ove previsti, dovranno essere conformi alle norme e ai codici applicabili, in funzione della classe tubazione di appartenenza.

23.4.4 Ispezione visiva

Le superfici non lavorate di macchina dovranno presentarsi pulite e prive di difetti, cricche e inclusioni.

Per le superfici lavorate di macchina, saranno verificati visivamente:

- le facce di accoppiamento;
- i lembi da saldare (se previsti);
- le filettature (se previste).

Non sono ammesse sbavature.

23.4.5 Controllo dimensionale

Il controllo dovrà essere eseguito e certificato dal produttore, rispettando le tolleranze previste dai relativi codici.

Dovranno in particolare essere controllati:

- diametro interno/esterno;
- faccia di accoppiamento;
- spessori;
- diametro di foratura;
- diametro e numero dei fori.

In fase di ricezione in cantiere delle flange, la Direzione Lavori potrà ripetere a campione i collaudi dimensionali.

23.5 Valvole

23.5.1 Marcatura

Tutte le valvole dovranno riportare individualmente le seguenti informazioni:

- casa costruttrice
- diametro nominale
- PN

Le valvole impiegate sulle tubazioni che rientrano nella categoria di rischio n. 1 secondo la direttiva 97/23/CE saranno marchiate CE.

23.5.2 Protezione esterna

Le valvole in acciaio inossidabile dovranno essere protette con materiali resistenti all'acqua.

Dischi in plastica rigida o legno verranno utilizzati per proteggere le flange e impedire l'ingresso di corpi estranei.

Su tutte le connessioni filettate o a tasca da saldare saranno forniti tappi in plastica.

23.5.3 Requisiti generali

Tutte le valvole flangiate dovranno avere flange di tipo integrale. Valvole con flange saldate al corpo non sono ammesse.

Le valvole non dovranno, in nessun caso, essere dotate di by-pass integrato nel corpo.

I riduttori di manovra, ove previsti, saranno di tipo chiuso, a tenuta perfetta, con protezione dello stelo. I volantini manuali dovranno essere posizionati parallelamente allo stelo della valvola, con possibilità di essere spostati di 90°.

23.5.4 Certificati

Saranno oggetto di verifica i certificati di origine dei materiali e i certificati rilasciati dal produttore, relativamente a ogni componente della valvola (corpo, otturatore, stelo, tenute, ecc).

Le caratteristiche meccaniche e chimiche dei materiali e i diagrammi dei trattamenti termici, ove previsti, saranno conformi ai codici, standard e norme richiamati nelle classi tubazioni.

23.5.5 Controllo dimensionale

Le dimensioni principali saranno verificate in accordo agli standard previsti dalla classe tubazioni di appartenenza (ad esempio: flange, diametro di foratura, distanza da faccia a faccia di accoppiamento).

23.5.6 Prova idraulica

Il produttore eseguirà su ogni valvola la prova idraulica e la prova di chiusura sottopressione. Prima di tale prova ogni valvola dovrà essere manovrata più volte in apertura e chiusura; si procederà quindi alla chiusura con fluido in pressione a monte, verificando che non ci siano trafilamenti a valle con valvola completamente chiusa.

Le valvole dovranno essere consegnate con le tenute sullo stelo utilizzate durante la prova idraulica. Nessuna lavorazione meccanica potrà essere eseguita sulle valvole dopo il collaudo, a meno di ripetere il collaudo stesso.

23.5.7 Collaudi sulle valvole motorizzate

Oltre a quanto precedentemente indicato, sulle valvole motorizzate saranno eseguiti e certificati dal produttore i seguenti controlli:

- motore elettrico: verifica delle caratteristiche principali (tensione, numero di fasi, frequenza, connessioni elettriche, potenza, ecc.);
- valvola assemblata: prova di funzionamento per accertare:
 - corsa;
 - tempo di apertura/ chiusura;
 - indicatore di posizione;
 - limitatori di coppia;
 - azionamento manuale;
 - finecorsa;
 - prova di chiusura sotto pressione.

23.6 Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte d'acqua potabile, il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

23.7 tipi di giunzioni

Le giunzioni saranno saldate, flangiate oppure filettate. Per le tubazioni d'acciaio le giunzioni saranno di norma saldate a testa.

23.7.1 Giunzioni Saldate

Le prescrizioni generali sulle saldature riportate qui di seguito si riferiscono a saldature fra elementi costituiti da acciaio della medesima composizione chimica.

Le giunzioni saldate saranno eseguite all'arco elettrico. I procedimenti di saldatura manuale dovranno essere conformi alle norme ANSI B31.1; ASME boiler and pressure vessel CODE IIC e IX.

Tutti i saldatori impiegati saranno in possesso di qualifica secondo ANSI B31.1 o UNI 4633, rilasciata in data non anteriore a tre mesi, da uno dei seguenti Enti:

- Istituto Italiano della Saldatura;
- Registro Italiano Navale;
- Lloyd's Register of Shipping;
- Istituto di Ricerche BREDA;
- Bureau Veritas.

Tutte le saldature saranno punzonate con il numero o la sigla del saldatore qualificato che ha seguito la saldatura.

I lembi per la saldatura saranno finiti mediante utensili e/o molatura.

Nelle giunzioni di testa fra tubazioni di spessore diverso, il tubo di spessore maggiore sarà smussato per ottenere l'uguaglianza dei diametri interni in corrispondenza della saldatura.

I pezzi da saldare saranno collegati ed allineati fra loro prima dell'esecuzione della prima passata mediante distanziatori. La puntatura dei pezzi è ammessa soltanto per tubazioni in acciaio al C.; in tal caso le puntature saranno successivamente eliminate con mola a disco.

I tipi di elettrodi da impiegare saranno tali da assicurare un deposito avente le stesse caratteristiche chimiche e fisiche del materiale base, e dovranno corrispondere ai tipi previsti dalle norme per i corrispondenti materiali base.

Per le giunzioni eseguite con saldatura di testa di tubazioni in acciaio al carbonio o legato, il procedimento da adottare per le linee costituenti l'impianto sarà scelto tra i seguenti:

- prima passata con elettrodi basici ed anello di supporto non asportabile dopo saldatura; successivo riempimento, con elettrodi basici. Gli anelli dovranno essere di materiale uguale a quello del tubo;
- prima passata con procedimento TIG in atmosfera di argon e successivo riempimento con elettrodi basici. In questo caso il disassamento e la massima distanza fra i lembi da saldare non dovranno essere maggiori di 1mm.

Per le saldature eseguite durante la prefabbricazione in officina, per le passate di riempimento, si potranno adottare procedimenti di saldatura automatica o semiautomatica all'arco sommerso.

Tutti i difetti di saldatura, inclusi quelli risultanti dalle radio/gammagrafie e non accettabili in base alle norme ANSI B31.1 verranno eliminati con adatti mezzi meccanici.

Quando la temperatura esterna è minore di 10°C o quando i lembi di saldatura presentano tracce di umidità o condensa, dovrà essere effettuato il preriscaldamento delle superfici alla temperatura di 50°C al fine di asciugarle.

23.7.2 Giunzioni Flangiate

Le giunzioni flangiate saranno conformi alla norma ANSI B16.5., oppure UNI 2281-67 e UNI 2282-67. Generalmente saranno impiegate flange da saldare di testa, con facce di accoppiamento a semplice risalto (RF). In particolare, tutte le flange per le quali è previsto l'impiego di guarnizioni tipo spirofalcato dovranno presentare finitura di lavorazione meccanica con rugosità 3-5 micron. Non sono ammessi punti di saldatura, né rondelle tra flange e bulloni. Il serraggio avverrà esclusivamente a mezzo di tiranti e dadi.

23.7.3 Giunzioni Filettate

Le giunzioni filettate saranno di tipo conico NPT, conformi alla norma ANSI B2.1

23.7.4 Tasselli e Orecchie

La saldatura di componenti direttamente collegati alle tubazioni (orecchi di sostegno, tasselli per supporti e per coibentazione, piastrelle per collegamento di terra) sarà eseguita con le stesse prescrizioni generali previste per le giunzioni.

23.8 Montaggio tubazioni

Nel montaggio delle tubazioni, salvo casi di dimostrata impossibilità, saranno effettuate le diverse operazioni nella sequenza indicata qui di seguito:

- controllo delle possibili interferenze fra tubazioni e/o apparecchiature da montare e le strutture e/o apparecchiature già montate;
- controllo del posizionamento a disegno dei rami di attacco delle tubazioni alle apparecchiature; realizzazione delle eventuali modifiche sul prefabbricato derivanti dai controlli effettuati;

- posa dei sostegni definitivi e degli eventuali provvisori necessari per sopperire a ritardi nella consegna di strutture; i sostegni provvisori saranno tali da consentire anche l'esecuzione della prova idraulica; realizzazione di simulacri necessari per sopperire ad eventuali ritardi nella consegna delle apparecchiature;
- posa in opera della tubazione;
- esecuzione delle giunzioni;
- esecuzione dei controlli non distruttivi;
- eventuale riparazione delle saldature e ripetizione degli esami suddetti;
- installazione delle valvole di radice per prese varie e dei tappi necessari per eseguire la prova idraulica; sostituzione dei sostegni provvisori con quelli definitivi;
- esecuzione della prova idraulica;
- eventuali riparazioni delle giunzioni e ripetizione della prova suddetta;
- svuotamento della tubazione;
- estrazione delle spine di blocco dei supporti a molla;
- controllo finale della tubazione;
- messa in assetto di conservazione della tubazione ultimata, se richiesto.

L'installazione e l'orientamento delle valvole saranno effettuati in maniera tale che la loro manovra, (da terra, da piani di lavoro, passerelle) sia resa la più facile possibile.

I giunti filettati sui quali non è richiesta la saldatura di tenuta saranno installati usando dell'olio minerale o altro tipo di guarnizione approvato o richiesto dalla Committente.

Si dovrà verificare che, in linea di massima, la testa dei bulloni e/o dei perni fuoriescano dal filo esterno del dado di almeno un filetto intero. Bulloni e/o perni troppo corti e/o troppo lunghi non sono accettabili.

In linea di massima i supporti ausiliari tubazioni dovranno essere montati prima delle tubazioni che dovranno sostenere. Tale lavoro pertanto dovrà essere programmato ed eseguito contemporaneamente al montaggio delle tubazioni.

Nel caso di supporti a molla, qualunque tipo essi siano, le molle dovranno essere tarate secondo quanto stabilito a seguito dei calcoli delle sollecitazioni meccaniche e termiche.

La corretta taratura e gli eventuali aggiustaggi saranno effettuati con l'impianto in marcia.

Per quanto si riferisce alle interconnessioni ai limiti di intervento saranno realizzate:

- esecuzione dell'accoppiamento flangiato comprensivo di installazione della guarnizione e del serraggio dei tiranti, nel caso di collegamento a bocchello esistente;
- esecuzione della saldatura in caso di accoppiamento saldato includendo la preparazione del tubo esistente e gli eventuali controlli non distruttivi.

23.9 Controlli e prove

Tutti i componenti di linea saranno approvvigionati in accordo con le specifiche generali tubazioni e con la normativa citata nei precedenti capitoli, e sottoposti ai controlli e prove previsti dalla stessa.

Per tutti i materiali, prima della prefabbricazione e/o montaggio, saranno consegnati certificati di origine riguardanti le caratteristiche chimico-fisiche ed i risultati delle prove prescritte.

23.9.1 Prove e Collaudi in Fabbrica

Tutti i materiali (tubi, curve, "T", flange, profilati, lamiere, forgiati, etc.) saranno sottoposti alle prove previste dalle norme relative.

In aggiunta, per le tubazioni saldate longitudinalmente, dovranno essere fatti i controlli, sul 10% delle saldature longitudinali di ciascun lotto, con ultrasuoni sull'acciaio al carbonio e con liquidi penetranti sull'acciaio austenico.

23.9.2 Prove e Collaudi in Cantiere

Tutte le saldature saranno sottoposte ai seguenti controlli.

23.9.3 Controllo visivo (sul 100% delle saldature) in riferimento a:

- regolarità, dimensioni e pulizia del cordone di saldatura;
- incisioni marginali;
- difetti affioranti;
- presenza del punzone del saldatore;
- assenza di spruzzi o residui di saldatura, di strappi di materiale e di ogni altra irregolarità non ammessa sulla tubazione

23.9.4 Controllo con liquidi penetranti (sul 10% dei giunti a tasca)

Il procedimento di controllo dovrà essere conforme alla norma ASME Boiler and Pressure Code Section V. Art. 6.

Si useranno prodotti esenti da cloruri.

Al momento del controllo la saldatura sarà asciutta ed adeguatamente pulita, la temperatura sarà compresa fra 10°C e 50°C.

Il liquido penetrante dovrà rimanere sul giunto per il tempo indicato dal suo fabbricante e comunque almeno 10'.

23.9.5 Controllo radiografico (sul 10% dei giunti di testa)

Qualora fossero rilevati difetti inaccettabili essi dovranno essere asportati e, prima di iniziare il ripristino della saldatura, si dovrà ripetere il controllo onde verificare la completa rimozione del difetto.

A riparazione terminata dovrà essere ancora ripetuto il controllo.

Nel controllo radiografico in percentuale, per ogni giunzione che risulterà inaccettabile verranno controllate altre due saldature adiacenti, eseguite dal medesimo saldatore. Entrambe le nuove saldature dovranno risultare accettabili; in caso contrario verrà ulteriormente esteso, con modalità da concordare. Le saldature sulle quali la radio/gammagrafia fosse di difficile esecuzione saranno controllate magnetoscopicamente.

Per l'esecuzione degli esami radio/gammagrafici e degli altri controlli non distruttivi e per l'accettazione delle saldature vale quanto prescritto nelle norme ANSI B31.1 e dalle vigenti leggi e norme antinfortunistiche.

23.9.6 Prova idraulica

Tutte le tubazioni montate saranno sottoposte a prova idraulica, prima dell'applicazione dell'eventuale coibente.

La prova verrà giudicata positiva se la pressione di collaudo si manterrà invariata per almeno 2 ore.

Per la prova idraulica sarà utilizzata acqua demineralizzata o in alternativa acqua priva di sospensioni, con conducibilità inferiore a 1200 µS/cm, eventualmente additivata con un alcalinizzante - stabilizzante (ad es. fosfato sodico).

Per la conservazione delle tubazioni dopo la prova idraulica sarà mantenuto il circuito pieno della soluzione usata per la prova idraulica. Ove questo non fosse possibile, si provvederà ad un accurato drenaggio e all'asciugatura mediante soffiaggio con aria, possibilmente deumidificata e riscaldata.

23.10 Montaggio apparecchiature e macchine

23.10.1 Scarico dai Mezzi di Trasporto

Per effettuate le operazioni di scarico, messa a parcheggio e/o montaggio delle macchine, dovranno essere realizzate le seguenti attività:

- predisposizione di golfari su cui agganciarsi;
- nel caso che non siano già stati predisposti i golfari, non potrà essere saldato agli apparecchi nessun golfare senza la dovuta autorizzazione;
- nel caso in cui non è possibile utilizzare golfari, saranno utilizzati delle funi di acciaio predisponendo adatte protezioni per non danneggiare l'apparecchio;
- non potranno essere utilizzati bocchelli o passi d'uomo a scopo di sollevamento;
- saranno predisposti speciali precauzioni e/o rinforzi opportuni nel sollevamento di apparecchi aventi un sottile spessore del mantello per evitare che questi si deformino.

23.10.2 Ricevimento e Ispezioni

Per ogni apparecchio e/o macchina o altro materiale in attivo in cantiere; sarà eseguita l'ispezione necessaria per verificare eventuali danni o mancanze; in caso di anomalie sarà redatto un verbale concordando le operazioni da effettuare ed i tempi richiesti per riparare eventuali danni in modo da non ritardare i montaggi.

Ogni apparecchio non montato sulle fondazioni dovrà essere posto sopra supporti di legno disposti in modo da non deformare l'apparecchio e mantenerlo discosto dal terreno.

23.11 Montaggio

23.11.1 Generalità

Per quanto concerne le modalità da seguire per l'esecuzione dei lavori di montaggio per qualunque tipo di apparecchiatura dovranno essere applicate le seguenti prescrizioni, in aggiunta a quanto indicato ai paragrafi successivi.

Le apparecchiature dovranno essere installate su piastrelle di livello e spessoramento con le modalità seguenti:

- le piastrelle saranno in acciaio ed avranno dimensioni adeguate a quelle dell'apparecchio da montare (di massima mm 100x100x10) e saranno poste, a mezzo malta cementizia consistente, lungo la periferia del cerchio o linea dei bulloni di fondazione ed in numero sufficiente da supportare l'apparecchio. Le piastre debbono essere installate almeno 7 giorni prima di qualsiasi montaggio.
- Le tolleranze massime ammesse nell'esecuzione di questa attività sono:
 - Elevazione : ± 1 mm
 - Orizzontalità : 10 /00
- Al termine del posizionamento si procederà all'inghisaggio mediante malta antiritiro o betoncino neoplastico;
- Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con chiavi dinamometriche.

23.11.2 Montaggio Macchine Rotanti (Pompe Centrifughe Orizzontali, Soffianti e Compressori)

Le macchine rotanti dovranno essere fornite già accoppiate alla relativa motrice e montate su basamenti metallici comuni a quelli delle motrici.

Dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- verificare l'elevazione, l'orientamento e gli assi di ogni fondazione e gli interassi dei bulloni di fondazione;
- verificare che il basamento di cemento armato sia pulito e privo di oli e grassi;
- marcare, in modo leggibile, su ogni fondazione la sigla corrispondente;
- posizionare il basamento della macchina sulla fondazione considerando che:
 - l'asse della macchina va rilevato dalle piante tubazioni e dai disegni del costruttore;
 - l'elevazione deve essere verificata rispetto alla faccia superiore della flangia per bocchelli di mandata verticali e rispetto all'asse della flangia, per bocchelli di mandata orizzontali.
- Tolleranze da rispettare ± 1 mm.

23.11.3 Installazione e livellamento

Il montaggio delle macchine deve essere fatto in accordo con le seguenti raccomandazioni di massima e in accordo con le prescrizioni dei Fornitori delle macchine, espresse nei manuali e/o nei disegni montaggio da loro forniti.

I basamenti delle macchine devono essere posizionati su piastre di acciaio al carbonio non più piccole di 100x50x10 mm. Dette piastre in numero di 4, 6, 8 a seconda delle dimensioni dei basamenti devono essere poste in prossimità dei bulloni di fondazione, livellate e posizionate con tolleranza max di 0,5 mm, fissate alla fondazione con malta e sopra elevate rispetto a questa di almeno 25 mm. Il posizionamento di queste piastre deve essere effettuato in modo da non ostruire i canotti (ove esistono) dei bulloni di fondazione e devono sporgere al massimo 12 mm dal basamento della macchina.

Il livellamento del basamento deve essere effettuato dall'Appaltatore a mezzo di spessori in acciaio al carbonio (spessori da 0,05 a 0,2 mm) introdotti fra le piastre e il basamento e controllato con una livella meccanica di precisione (sensibilità di 0,1 mm/m). La livella deve essere appoggiata solo su superfici lavorate di macchina e sulle flange (se possibile), sulle spalle di appoggio della pompa e sugli appoggi del motore. Dette superfici devono essere preventivamente pulite. Il livellamento del basamento deve essere fatto con una tolleranza massima di 0,2 mm/m nelle due direzioni (longitudinale e trasversale). I bulloni di fondazione devono essere leggermente

serrati prima di effettuare l'inghisaggio del basamento. Il serraggio finale sarà effettuato dopo che l'inghisaggio avrà fatto presa (circa 1 settimana dopo il getto).

23.11.4 Verifica allineamento meccanico

L'allineamento meccanico degli assi motrice-operatrice deve essere eseguito rispettando le sequenze qui indicate:

- verifica grossolana dell'allineamento durante il fissaggio del basamento del gruppo motrice-operatrice sulla fondazione (prima del getto di inghisaggio);
- esecuzione dell'allineamento dopo aver bloccato il basamento sulla fondazione e prima di aver collegato le tubazioni relative;
- verifica che l'allineamento, dopo il collegamento delle tubazioni, non sia andato fuori della tolleranza massima ammessa; in caso contrario si interverrà sulle flange delle tubazioni.

Le tolleranze per l'allineamento dei giunti sono quelle prescritte dal fornitore.

In loro mancanza, il massimo disallineamento sia assiale che radiale è di 0,05 mm; l'effettuazione del controllo dell'allineamento sarà eseguito con n° 2 comparatori centesimali; essi devono essere staffati su uno dei due semigiunti e poggiati sull'altro (uno assialmente e uno radialmente).

I due semigiunti vanno ruotati insieme e devono essere effettuate quattro letture (a 90°). Lo spessoramento dei motori deve essere fatto con spessori in acciaio inossidabile e/o in "orpelli" di ottone. Prima di effettuare l'allineamento occorre controllare la distanza fra le facce dei semigiunti che deve essere quella prescritta dal fornitore del giunto stesso. Qualora non fosse possibile inserire i comparatori, l'allineamento potrà essere effettuato con riga meccanica e spessimetro.

23.11.5 Montaggio Pompe Centrifughe Verticali

Nel montaggio delle pompe verticali saranno prese in considerazione le seguenti raccomandazioni di massima:

23.11.6 Preliminare

Pulire accuratamente la gettata, eliminare tutte le particelle di calcestruzzo fragili e incoerenti eventualmente presenti sulla superficie della gettata, pulendola anche da polvere, biacca cementizia, olii, grassi, ecc.

Controllare la corrispondenza delle dimensioni riportate sul disegno di installazione, quindi, partendo dai capisaldi, tracciare gli assi delle fondazioni.

Ravvivare mediante scalpellatura, tutte le superfici della gettata che verranno a contatto con il getto di riempimento.

Per inghisare i particolari (piastra di fondazione e relativi bulloni di fondazione), operare come di seguito indicato.

- Pulire le superfici delle piastre di fondazione, dei bulloni di fondazione, delle viti di livello e delle relative piastrelle di livellamento, eliminando ogni traccia di pittura, grasso, olio, eventuali asperità, e ogni altro particolare che possa interferire con le operazioni successive;
- inserire sulla piastra di fondazione le viti di livello e i bulloni di fondazione;
- pulire accuratamente la flangia di appoggio della testata di mandata, eliminando pittura, grasso, olio ed eventuali asperità con lima a grana sottile;
- collegare la piastra di fondazione alla pompa, verificando il corretto posizionamento: bloccare le viti e controllare l'aderenza tra i piani di unione. Ritoccare dove e quanto necessario;
- predisporre sulla fondazione le piastrelle di livellamento, in corrispondenza delle viti di livello.
- Imbracare la pompa e installarla sulle fondazioni, calandola lentamente nel pozzo, verificando la corretta posizione con il disegno di installazione: assicurarsi che i bulloni di fondazione corrispondano con le relative buche e che siano perfettamente centrati in esse;
- livellare la pompa utilizzando le viti di livello: verificare il livellamento con una riga metallica e una livella avente precisione 0,02 mm/m appoggiate sulla flangia superiore della testata.
- La planarità deve risultare entro 0,02-0,05 mm/m.
- Bloccare alternativamente le viti di collegamento, verificando contemporaneamente il livellamento. La planarità deve rientrare entro i limiti previsti. In caso di anomalie, agire sulle viti di livello;
- verificare il completo contatto metallico tra piastra di fondazione e testata: bloccare definitivamente l'incastellatura e ricontrollare il livellamento;
- controllare il parallelismo tra testata e relativa tubazione (se già costruite): se i valori riscontrati sono superiori a 0,1 mm per flange sino a DN 300, 0,2 mm per flange sino a DN 1200 e 0,4 mm per flange superiori a DN 1200, occorre correggere opportunamente le tubazioni. Le tensioni delle tubazioni sulla pompa, devono rientrare nei valori indicati nel disegno di installazione;
- verificato il corretto livellamento, si può procedere all'inghisaggio.

23.11.7 Ingisaggio

- Bagnare abbondantemente le fondazioni allo scopo di favorire l'adesione della colata cementizia;
- ostruire con lamierino, polistirolo, o altro materiale, la luce esistente tra la piastra di base e la gettata di cemento, allo scopo di evitare introduzioni di cemento all'interno del pozzo durante le fasi successive;
- procedere al riempimento delle buche adoperando cementi antiritiro a presa rapida. In generale la malta dovrebbe essere versata da una sola parte e l'impasto dovrebbe essere abbastanza fluido per garantire il completo riempimento degli spazi ed escludere la possibilità di formazioni di bolle d'aria. Questo scopo si raggiunge impiegando una malta di cemento a basso tenore d'acqua che permetta di lavorare senza troppa difficoltà nel ristretto spazio sotto le piastre di fondazione, ma non tale da far sì che la malta scorra con eccessiva facilità.
- Durante la colata aiutare lo scorrimento della malta con tondini di ferro, asticcioline, cazzuole, ecc. in modo da consentire un sicuro riempimento ed evitare il formarsi di sacche d'aria;
- attendere il tempo previsto affinché il cemento abbia raggiunto l'indurimento prescritto;
- allentare o ancora meglio togliere, se possibile, le viti di livello;
- serrare i dadi dei bulloni di fondazione controllando con due comparatori eventuali cedimenti: un comparatore posto in testa al bullone con base sulla piastra, l'altro posto sul bordo della piastra di base il più vicino al bullone interessato e con base sulla fondazione;

- Il serraggio deve essere effettuato gradualmente su tutti i bulloni;
- serrare due dadi, opposti diametralmente, e ripetere l'operazione finché tutti i dadi siano serrati;
- verificare sempre durante le operazioni di serraggio, tramite i comparatori, che non vi siano cedimenti;
- controllare nuovamente, con la livella di precisione, che la planarità della piastra di base rientri entro i limiti di 0,02-0,05 mm/m. In caso di anomalie, inserire degli adeguati spessori di lamierino, dove necessario, sotto la testata: riboccare le viti di collegamento;
- se per qualsiasi ragione la pompa dovesse essere disinstallata, si consiglia di prendere le precauzioni seguenti:
 - a) tappare opportunamente i fori filettati della piastra di base in modo che non siano danneggiate le filettature o otturati da corpi estranei: proteggere adeguatamente le filettature delle viti prigioniere;
 - b) proteggere le superfici lavorate in modo da evitare ossidazioni ed eventuali urti;
 - c) rispettare le norme di sicurezza tappando opportunamente il serbatoio o il pozzo, evitando così pericolose cadute.

23.11.8 Controllo della concentricità sull'albero motore

Imbracare il motore elettrico, sollevarlo e appoggiarlo su tacche di legno di altezza tale da consentire il controllo della concentricità dell'albero, e il montaggio del semigiunto.

Piazzare un comparatore a base magnetica sulla flangia di accoppiamento del motore. Azzerare il comparatore, fare ruotare l'albero e verificare se l'errore di concentricità rientra nei limiti previsti di 0,04-0,06 mm/m. Verificato questo valore, procedere al montaggio del semigiunto sul motore.

23.11.9 Controllo rotazione e installazione del motore elettrico

Controllare il senso di rotazione del motore prima di montarlo sulla testata della pompa.

Tale controllo non deve essere effettuato con il motore collegato alla pompa, poiché anche una brevissima rotazione in senso contrario a quello indicato dalla freccia, produce seri danni alla pompa.

Prima di installare il motore sulla pompa, collegarlo elettricamente, e metterlo in posizione verticale, appoggiato sulla lanterna, e dare un breve impulso elettrico.

Nel caso il senso di rotazione fosse contrario a quello indicato dalla freccia, invertire tra di loro due cavi di alimentazione elettrica alla morsettiera.

Riprovare il senso di rotazione.

Bloccare definitivamente i capi corda contromarcandoli per eventuali manutenzioni successive, chiudere la scatola morsetti (evitare nel modo più assoluto qualsiasi ulteriore inversione di cavi anche nel quadro elettrico).

Controllare che l'anello centrifugatore sopra il premistoppa, aderisca al fondo della scatola portacuscini, senza toccarla.

Eseguiere l'allineamento pompa motore.

23.11.10 Collegamento con le tubazioni

La disposizione delle tubazioni e dei relativi supporti deve essere studiata in modo che le deformazioni delle tubazioni durante il servizio normale e transitorio non producano:

- delle tensioni inaccettabili in tutti i punti delle tubazioni e dei supporti;
- delle reazioni non ammissibili sugli ancoraggi;
- impossibilità all'evacuazione dell'aria.

I punti fissi devono essere previsti in modo da impedire gli spostamenti delle tubazioni.

- Durante la costruzione delle tubazioni è necessario applicare una guarnizione cieca dello stesso spessore delle guarnizioni previste, alle flange della pompa, in modo da impedire che i corpi estranei penetrino nella pompa.
- Queste guarnizioni cieche dovranno essere realizzate in maniera da risultare ben visibili in modo da non dimenticare di toglierle prima dell'avviamento della pompa;
- dopo aver montato tutte le tubazioni, si verificherà che il collegamento di esse con le flange sulla pompa sia fatto in modo corretto.
- Il collegamento è considerato soddisfacente se, prima di collegare le flange con la propria viteria, le condizioni seguenti sono rispettate:
 - le forature delle flange contrapposte combaciano;
 - le facce delle flange sono parallele e non vi è gioco fra di loro;
 - gli assi delle flange sono allineati.

Rispetto quanto sopra indicato, durante il collegamento delle flange con la viteria non dovrà essere applicata alcuna forza per farle combaciare tra loro.

23.12 Montaggio pompe sommergibili

Nel montaggio delle pompe sommergibili è opportuno rispettare alcune direttive fondamentali quali:

- l'ingresso dell'alimentazione elettrica non deve avvenire lateralmente a causa della creazione di eccessiva turbolenza, con conseguente maggiore assorbimento di potenza e minore durata delle macchine;
- l'estremità del cavo elettrico non deve essere sommersa, i terminali devono essere saldamente fissati sopra il livello massimo del liquido dato che l'acqua potrebbe penetrare attraverso il cavo, nella scatola morsettiera o nel motore;
- tutti i componenti elettrici devono essere collegati a terra;
- la tensione e la frequenza della rete devono corrispondere ai dati di targa dell'elettropompa;
- per prevenire infiltrazioni d'acqua nella pompa si deve controllare che il gommino pressacavo e le rondelle corrispondano al diametro esterno del cavo e che la guaina isolante esterna dei cavi non sia danneggiata;
- per ragioni di sicurezza il conduttore di terra dovrà essere ca. 40 mm più lungo dei conduttori di fase (in caso di distacco accidentale del cavo, il terminale di terra dovrà essere l'ultimo a staccarsi);
- controllo del senso di rotazione della pompa, se il senso è sbagliato, invertire le fasi;
- il relè termico, per l'avviamento diretto, deve essere tarato in funzione dell'assorbimento nominale del motore, indicato sui dati di targa;
- nei pozzi prefabbricati a pianta circolare in cui si debba alimentare una sola pompa è opportuno posizionarla in modo tale che l'affluente si trovi in direzione dell'asse della pompa dalla parte opposta al tubo di mandata;

- nei pozzi prefabbricati a pianta circolare in cui si devono invece alimentare più pompe è consigliabile un'entrata del flusso tangenziale alla parete interna che crei una leggera rotazione di tutto il fluido in senso concorde a quello delle giranti delle pompe;
- si deve evitare di disporre le pompe su livelli diversi, in quanto tale situazione favorisce la formazione di vortici, turbolenze nel flusso e soprattutto il lavoro in bagnasciuga delle pompe più in alto. Dove l'installazione su piani diversi non può essere evitata è bene prevedere che il livello minimo di arresto sia tale da mantenere sempre immersi i corpi pompa anche delle macchine più alte;
- se la stazione di sollevamento è dotata di piano intermedio per quadri di telecomando ed impianto elettrico, tubazioni, valvole di ritegno ed altri dispositivi, inerenti all'impianto, occorre proteggerla dal gelo. I tubi di esalazione della camera di telecomando devono distare il più possibile dall'apparecchiatura elettrica. Installare l'estremità di uno dei tubi vicino al soffitto e piazzare l'estremità dell'altro a circa 20 cm dal pavimento, in modo da poter evacuare gas pesanti. Installare eventualmente un terzo tubo di esalazione proveniente dal pozzo;
- se la stazione è priva di piano intermedio, l'apparecchiatura di telecomando può essere installata a livello terra, in una cassa stagna per esterno, accanto alla stazione stessa. Le valvole di ritegno e le saracinesche saranno montate immediatamente al di sotto del livello terra, in un apposito pozzetto. In tal modo le valvole sono facilmente accessibili per eventuali regolazioni e manutenzioni;
- se la pompa viene collegata ad un piede di accoppiamento fissato in fondo al pozzo ed è prevista per lavorare completamente o parzialmente sommersa nel liquido da pompare verranno prese le seguenti considerazioni:
 - il telaio di chiusino sarà appoggiato su un'apposita sede piana e fissato con cemento;
 - il portaguida superiore sarà fissato controllando per mezzo di un filo a piombo, che i tubi guida rimangano in posizione verticali una volta fissati;
 - il piede di accoppiamento sarà fissato in piano posizionando i bulloni di fissaggio (inox) all'esatta distanza dal filo interno del chiusino;
 - i tubi guida saranno fissati agli attacchi superiore ed inferiore. Per pozzi profondi più di 5-6 m è necessario prevedere staffe intermedie per le giunzioni dei tubi guida;
 - il tubo di mandata sarà collegato al piede di accoppiamento;
 - la staffa di supporto per i cavi e i regolatori sarà fissata al telaio del chiusino;
 - è raccomandato proteggere viti e bulloni con vernice antiruggine;
 - la pompa sarà calata nel pozzo facendola scorrere sui tubi guida;
 - una volta raggiunto il fondo del pozzo, verificare il collegamento fra pompa e piede d'accoppiamento;
 - i cavi elettrici verranno sistemati entro apposite protezione tra il pozzo ed il quadro di comando;

23.12.1 Montaggio Soffiante

Nel montaggio delle soffianti si applicano le stesse prescrizioni riportate al paragrafo, con le seguenti integrazioni:

- per impedire la controrotazione del soffiatore in caso di fermata sotto carico, installare una valvola di ritegno a clapet sulla mandata per funzionamento in pressione o sull'aspirazione per il funzionamento in vuoto;
- installare la valvola di sicurezza immediatamente vicino alle bocche del soffiatore senza l'interposizione di valvole di intercettazione;
- proteggere il motore con interruttore automatico tarato sul valore nominale della corrente riportato sulla targhetta.

23.12.2 Montaggio agitatori

Per gli agitatori le aspetti da considerare sono:

- il montaggio può essere realizzato "a pinza" o "a flangia":
 - per il montaggio a pinza (utilizzato esclusivamente per piccole macchine), prima di eseguire il posizionamento irrigidire il bordo superiore della vasca/serbatoio;
 - per il montaggio a flangia bloccare la macchina attraverso la flangia di fissaggio sul coperchio o sul telaio in carpenteria. In questo caso deve essere verificata la piastra di sopportazione dell'agitatore in quanto è ammessa una tolleranza angolare del supporto tale che non superi un massimo disassamento di 1 mm dalla verticale geometrica, per ogni metro di lunghezza dell'albero;
- sopra la girante in rotazione deve esserci sempre un battente liquido minimo di 300 mm;
- per evitare che tutta la massa del liquido venga messa in rotazione riducendo l'effetto di miscelazione prodotto dall'agitatore, nei serbatoi cilindrici vanno installati un numero di frangiflutti uguale, multiplo o sottomultiplo delle pale della girante dell'agitatore;
- in caso di vasche a sezione quadrata o rettangolare con fondo piano, contenenti acque torbide con solidi in sospensione, per non avere depositi di solidi che possano giacere negli spigoli tra fondo e pareti, deve raccordarsi il fondo piano con le pareti utilizzando un magrone triangolare di 400 x 400 mm;
- il gruppo di comando sarà posizionato sulla piastra del serbatoio o della vasca;
- la guida di fondo verrà posizionata sul serbatoio rispettando le quote e le disposizione del disegno dell'agitatore;
- l'assemblaggio albero/girante verrà effettuato seguendo le seguenti regole:
 - il montaggio albero/girante sarà effettuato mediante il serraggio delle viti di fissaggio dell'elica sull'albero per gli agitatori non rivestiti in gomma, ebanite o rivestimento plastico. In caso di agitatore rivestito, l'albero è previsto come un corpo unico con la girante e pertanto non essendo possibile la separazione fisica dei componenti, si dovrà inserire l'insieme nel serbatoio;
 - nel caso di giranti a pale mobili o smontabili, montare le singole pale e dopo aver verificato l'angolazione delle pale completare il serraggio dei bloccaggi dei mozzi delle pale tra loro dove previsto, e poi della girante sull'albero;
 - nel caso di grossi giranti in tre pezzi, prima montare l'albero in posizione verticale corretta, attaccato al motoriduttore, poi assieme a terra le tre parti costituenti la girante, sollevare la girante imbracata ed infilarla nell'albero da sotto sino alla posizione indicata sul disegno e fissare i bulloni con chiave dinamometria idonea al diametro dei bulloni stessi;
 - nel caso di giranti fissate sull'albero con grani, improntare l'albero, in corrispondenza dei grani dopo il posizionamento in loco delle giranti, facendo attenzione a non forare completamente l'albero.

23.13 Verniciatura delle tubazioni e delle carpenterie

Per quanto attiene i procedimenti di verniciatura, i medesimi dovranno essere conformi alle seguenti norme e standard:

- Svensk Standard SIS 055900 ed. 1967 "Pictorial surface preparation standards for painting steel";
- alla "Scala Europea dei gradi di arrugginimento per pitture antiruggine";
- alle specifiche per la preparazione delle superfici pubblicate dallo "Steel Structures Painting Council";
- RAL - F2.

23.13.1 estensione delle verniciature

Tutte le superfici soggette alla corrosione dovranno essere verniciate. Salvo particolari prescrizioni, non dovranno essere verniciate:

- a) tutte le superfici non metalliche;
- b) le seguenti superfici metalliche:
 - superfici in acciaio inossidabile;
 - superfici in materiale non ferroso;
 - superfici zincate, cadmate, etc.;
 - superfici che devono ricevere una protezione antifluo in cemento o calcestruzzo.

23.13.2 preparazione dei supporti vernicianti

Tutte le sostanze estranee che possono influire negativamente sull'adesione e sulla buona riuscita delle vernici dovranno essere allontanate dal supporto metallico.

Oli, grassi, nafta, petrolio etc. dovranno essere allontanati dal supporto metallico mediante lavaggio con solvente in accordo alla SSPC-SP1.

I supporti metallici dovranno essere sabbiati secondo SSPC-SP 10/SIS Sa 21/2 /Sabbiatura a Metallo Grigio.

La rispondenza del grado di preparazione dei supporti metallici a quanto richiesto dalla presente specifica sarà verificata per confronto con lo Standard SIS 055900.

L'ampiezza massima del profilo di sabbiatura dei supporti metallici dovrà essere in accordo alle istruzioni del colorificio.

23.13.3 applicazione e stoccaggio dei supporti vernicianti

Prima dell'applicazione delle vernici, dovrà essere accertata l'idoneità della preparazione delle superfici da verniciare.

Il lavoro di verniciatura dovrà essere eseguito accuratamente impiegando mano d'opera idonea.

L'applicazione del ciclo di verniciatura dovrà essere in accordo alla presente specifica e alle istruzioni del colorificio. Anche laddove le dette istruzioni siano espresse in termini condizionali o di raccomandazione, esse andranno considerate come mandatarie.

Quando l'applicazione delle vernici viene effettuata all'aperto, non si dovranno eseguire lavori mentre sussistono le seguenti condizioni: pioggia, nebbia, umidità relativa dell'aria che causi condensazione sulla superficie del supporto a temperatura ambiente, temperatura del supporto inferiore alla minima o superiore alla massima consentita dalle prescrizioni del colorificio.

Lo zincante inorganico deve essere applicato a spruzzo.

I prodotti vernicianti dovranno essere stoccati in ambiente ben ventilato lontano da fonti di calore, fiamme libere, scintille e protetto dai raggi solari.

Lo stoccaggio dei prodotti verniciati all'aria aperta non è ammesso.

Il tempo massimo di stoccaggio per i vari prodotti vernicianti, diluenti e indurenti deve essere indicato chiaramente sui singoli contenitori. I prodotti vernicianti che risultano gelificati od ispessiti a tal punto da non poterli più miscelare con piccole percentuali di diluente, oppure contenuti in recipienti non originali o privi di sigilli, non vanno usati.

Dovrà essere assicurata la protezione contro il danneggiamento e/o la verniciatura di superfici lavorate di macchina, vetro, targhette di identificazione, etc.

23.13.4 Cicli di Verniciatura

In linea generale, e senza che ciò costituisca diminuzione di responsabilità nei confronti delle garanzie richieste, dovranno essere adottati i seguenti cicli di verniciatura:

Tubazioni da coibentare

- Trattamento delle superfici mediante pulizia meccanica con spazzolatici elettriche ed applicazione di 2 riprese di Epossipoliamidico

Tubazioni da verniciare

- Trattamento delle superfici mediante pulizia meccanica con spazzolatrici elettriche ed applicazione di 2 riprese di Epossipoliamidico

Applicazione su tutte le superfici di una ripresa di Poliuretano

23.13.5 Scheda Tecnica Epossipoliamidico

Natura del Prodotto

Pittura di fondo a base di resine epossipoliamidiche.

Campi di Impiego

- Fondo anticorrosivo
- Strato di fondo per acciaio zincato e per acciaio (indicato quando non sia possibile effettuare la sabbiatura)
- Fondo ricopribile con prodotti verniciati protettivi
- Strato di collegamento su vecchie pitture
- Applicabile su manufatti in alluminio, rame e altre leghe metalliche

Trattandosi di un prodotto di fondo deve essere comunque previsto un trattamento di ricopertura.

Specifiche Tecniche

Composizione a base di resine epossipoliamidiche e pigmenti di zinco e di titanio

Tipo prodotto

a due componenti, Base e Reagente da miscelare al momento dell'uso

Prestazioni

Aspetto film essiccato

semilucido

Supporti e Preparazione delle Superfici

Acciaio

sabbiatura commerciale (SSPC-SP6) (Svensk Sa2)

- quando non è possibile la sabbiatura è ammessa la pulizia meccanica (SSPC-SP3)

- seguita da sgrassaggio (SSPC-SP1) oppure la pulizia manuale (SSPC-SP2) seguita da sgrassaggio (SSPC-SP1). In questo caso è ammessa soltanto l'applicazione a pennello.

Acciaio zincato nuovo

- sgrassaggio (SSPC-SP1)

Vecchie verniciature (escluse le bituminose e catramose) purché ancora aderenti

- pulizia manuale (SSPC-SP2) seguita da sgrassaggio (SSPC-SP1), se la superficie lo richiede

Alluminio, rame

- pulizia manuale (SSPC-SP2) seguita da sgrassaggio (SSPC-SP1) oppure pulizia meccanica (SSPC-SP3) seguita da sgrassaggio (SSPC-SP1)

Applicazione

Modalità di applicazione

- pennello
- rullo
- spruzzo convenzionale (ammesso solo per applicazioni su vecchie verniciature ben aderenti, oppure su superfici preparate con sabbiatura almeno commerciale) (SSPC-SP6)
- spruzzo airless (ammesso solo per superfici preparate con sabbiatura almeno commerciale) (SSPC-SP6)
- Ugelli adottabili 0,018 ÷ 0,021 pollici
- Pressione di atomizzazione non inferiore a 150 ÷ 170 bar.
- Spessore per strato
- 40 micron

23.14 scheda tecnica poliuretano

Natura del Prodotto

Pittura protettiva di finitura a base di resine poliuretaniche alifatiche

Campi di Impiego

- trattamento di superfici di acciaio sottoposte a gravose condizioni di esercizio quali abrasioni, urti, aggressioni chimiche dovute ad atmosfera tipica di impianti trattamento acqua, fumane, stillicidi di acqua, soluzioni saline, olii e grassi animali, vegetali e minerali, acidi ed alcali diluiti, solventi diversi
- idoneo per strutture assoggettate a escursioni termiche ambientali ripetute, ove si richieda ritenzione di brillantezza: non sfarinamento o ingiallimento
- caratterizzato da facilità di pulizia con impiego di detersivi anche acidi o alcalini

Specifiche Tecniche

Composizione

A base di resine poliuretaniche alifatiche

Tipo di prodotto

A due componenti, Base e Reagente, da miscelare al momento dell'uso

Prestazioni

Aspetto film essiccato

brillante

Supporti e preparazione delle superfici

Acciaio

Trattamento con idoneo sistema o prodotto di fondo con funzione antiruggine (il grado di pulizia del supporto è subordinato al tipo di fondo adottato).

Applicazione

Modalità di applicazione

- pennello
- spruzzo convenzionale
- spruzzo airless

Strati prescritti

- due

Spessore per strato

- 35 micron

23.15 Collaudi

Durante ed al termine dell'applicazione dei sistemi vernicianti verranno effettuate le seguenti ispezioni e controlli:

- controllo visivo della preparazione del supporto metallico secondo SIS 05 5900;
- controllo aderenza mediante quadrettatura od altro sistema idoneo;
- controllo dello spessore del film secco con idonei strumenti non distruttivi tipo MIKROTEST, DIAMETER o equivalenti;
- la misurazione dello spessore del film secco dovrà essere effettuata secondo la seguente procedura:
- eseguire la misura di cinque punti distinti, distanziati regolarmente su una superficie di circa 10 m²;
- come misura di un punto è da intendere la media aritmetica di 3 letture eseguite nell'interno del punto selezionato;
- nessuna singola misura (media di 3 letture) dovrà risultare inferiore all'80% dello spessore nominale;
- la media aritmetica delle 5 misure non dovrà risultare inferiore allo specificato spessore nominale.
- Controllo visivo dell'aspetto ed uniformità delle superfici verniciate.

23.16 Garanzie

L'Appaltatore dovrà garantire che il sistema verniciante sarà eseguito in conformità alle prescrizioni della presente specifica.

Il periodo di garanzia con relativa data di inizio e/o fine della stessa sarà:

- 6 anni per superfici interne
- 3 anni per superfici esterne.

La garanzia sarà operante per: distacchi, appariscente viraggio di colore e sfarinamento, corrosione con tolleranza al punto Re 2 della Scala europea del grado di arrugginimento per pitture antiruggine.

23.17 Coibentazione tubazioni

23.17.1 Condizioni di Lavoro

a) Fluidi freddi

Si intendono quelle tubazioni e apparecchiature attraversate da fluidi a temperatura paragonabile a quella ambiente, per le quali occorre evitare il rischio di congelamento.

- tubazioni acqua potabile/industriale, fanghi, reflui;
- temperature di lavoro: $5^{\circ} \div 30^{\circ}\text{C}$;
- temperatura ambiente: da $-10^{\circ} \div 40^{\circ}\text{C}$

b) Fluidi caldi

Si intendono quelle tubazioni e apparecchiature attraversate da fluidi che per esigenze di processo vengono riscaldati o utilizzati per scaldare; la coibentazione in questo caso ha la funzione di contenere i consumi energetici.

- tubazioni fanghi, acqua calda per scambiatori, aria calda;
- temperature di lavoro: $50^{\circ} \div 140^{\circ}\text{C}$;
- temperatura ambiente: da $-10^{\circ} \div 40^{\circ}\text{C}$

23.18 Requisiti

23.18.1 Requisiti Funzionali

La coibentazione dovrà soddisfare le esigenze di manutenzione e di ispezioni richieste per diversi circuiti. Inoltre dovrà:

- evitare la formazione di condensa;
- ridurre le dispersioni;
- proteggere dalla corrosione;
- attenuare la rumorosità;
- proteggere il personale che debba venire in contatto con apparecchiature calde.

23.18.2 Requisiti Costruttivi

I materiali impiegati dovranno essere non combustibili. Inoltre dovranno possedere i seguenti requisiti:

- non devono sviluppare gas tossici in presenza di fiamme;
- devono essere esenti da sostanze pericolose per la salute;
- non devono provocare corrosioni ai materiali con cui sono a contatto;
- devono possedere elevata resistenza ai composti chimici o solventi;
- devono essere durevoli e mantenere le prestazioni termiche e meccaniche nel tempo, nelle previste condizioni di impiego;
- devono mantenere nel tempo le prestazioni meccaniche del prodotto (resistenza alle vibrazioni, resistenza agli urti, resistenza a compressione ed elasticità), che deve sopportare le inevitabili manipolazioni sul cantiere, prima ancora della posa in opera;
- devono essere imputrescenti.

23.18.3 Forme Costruttive

La scelta delle forme costruttive (coppelle, materassini, scatole preformate fisse o smontabili, o altro), verrà specificata nei successivi paragrafi in relazione alle esigenze di manutenzione.

23.18.4 Requisiti di Installazione

I materiali che saranno impiegati per isolamento dovranno essere adeguatamente protetti dagli agenti atmosferici prima e durante le operazioni di installazione.

Tutti i materiali isolanti devono essere imballati e perfettamente identificabili; devono quindi riportare sulle confezioni apposite targhette che ne evidenziano la denominazione commerciale, lo spessore, la densità e quanto altro possa servire ad identificare in modo inequivocabile il prodotto.

Prima dell'applicazione dell'isolamento necessita verificare che tutte le superfici siano pulite da scorie, ruggine, tracce di grasso etc. L'applicazione dovrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte.

Le superfici dovranno essere pulite meccanicamente con spazzolatici elettriche e applicazione di almeno due riprese di Epossipoliamidico.

23.18.5 Isolamento tubazioni

L'isolamento dovrà essere applicata sulle tubazioni dopo la prova idrostatica. Nel caso in cui ciò non fosse possibile, potrà essere applicata escludendo gli attacchi saldati o flangiati che saranno isolati dopo lo svolgimento della prova idrostatica.

Quando l'isolamento è costituita da coppelle o segmenti circa 1ari, queste dovranno essere applicate con i giunti sfalsati e strettamente uniti. Se verranno utilizzati materassini, questi dovranno fasciare strettamente le tubazioni, le giunzioni sia longitudinali che circolari dovranno essere a fibre compenstrate e le reti, metalliche galvanizzate, di supporto legate fra loro.

Eventuali fessure nell'isolamento dovranno essere riempite a secco con materiale sciolto. La legatura dell'isolamento dovrà essere effettuata con filo di ferro e/o bandelle.

In corrispondenza di serbatoi, pompe etc. l'isolamento delle tubazioni dovrà terminare a contatto delle apparecchiature stesse.

In corrispondenza di flange o valvole, l'isolamento delle tubazioni dovrà terminare in modo tale da permettere lo sfilaggio dei bulloni di detti organi.

Le testate dell'isolamento in corrispondenza delle interruzioni dovranno essere perfettamente sigillate e protette con mascherine.

23.18.6 Isolamento tubazioni tracciate

Vengono così chiamate le tubazioni adibite al trasporto di prodotti che necessitano di una certa temperatura per rimanere fluidi e/o per evitare il rischio di congelamento; a tale scopo vengono utilizzati cavi scaldanti installati nella coibentazione.

Per consentire una migliore trasmissione del calore tra i due tubi è necessario creare con materiali isolanti, una camera d'aria attorno alle tubazioni, con funzione di intercapedine riscaldante e di isolamento termico.

Materiale: fibra di vetro in coppelle o in materassini. Lo spessore non deve essere inferiore a 50 mm.

23.18.7 Isolamento macchine e valvole

l'isolamento di pompe, valvole ed altre apparecchiature dovrà essere di tipo facilmente smontabile. Le tipologie da adottare per esterno/interno sono di seguito specificate.

a) per esterno: l'isolamento dovrà essere costituita da più pezzi prefabbricati in lamierino di alluminio contenenti il materiale coibente fissato con rete metallica. I vari pezzi dovranno essere uniti mediante ganci a leva autostringenti o simili e dovrà essere evitata ogni possibile infiltrazione di acqua attraverso le giunzioni.

Ove non sia richiesta l'isolamento con pezzi prefabbricati, essa potrà essere eseguita rivestendo le apparecchiature con coppelle e/o materassini con supporto di rete metallica inossidabile e/o zincata e ricoprendo gli eventuali spazi vuoti con materiale sciolto, le reti di supporto dei materassini dovranno essere tra loro strettamente legate.

Il fissaggio dei vari elementi dovrà essere effettuato mediante filo di ferro e/o bandelle inossidabili.

l'isolamento delle apparecchiature dovrà sormontare quella delle tubazioni di collegamento.

b) per interno: l'isolamento dovrà essere costituita da materassini preformati e smontabili costituiti da:

- Strato interno con tessuto di vetro.
- Strato intermedio con fibra ceramica e materassini in lana di vetro.
- Strato esterno mediante tessuto di tipo siliconato.

Il tipo, lo spessore, il peso, la densità ecc. dei materiali di cui ai punti 1-2-3 dovranno essere determinate dalla tabella n. 2 in base alle temperature dei fluidi.

- I materassini dovranno essere cuciti con apposito filo di tessuto di vetro per alte temperature.
- Il fissaggio dei materassini preformati dovrà essere eseguito con cinghie e passanti.

Non dovranno essere coibentate le valvole di sfiato, le valvole di scarico e i gruppi scaricatori di condensa.

23.18.8 Isolamento serbatoi

Sono ritenuti ottimali i sotto elencati materiali:

- Zona pedonabile tetto: pannelli rigidi preformati in lana di roccia, densità 175 kg/m³, spessore 50 mm, impermeabilizzati sulla sola superficie superiore mediante supporto di bitume armato con velo di vetro. Conducibilità termica < 0,039 W / m K.
- Zona non pedonabile e mantello: pannelli rigidi preformati in lana di vetro, densità 55 kg/m³, spessore 50 mm. Conducibilità termica ≤ 0,031 W / m K.

Le lamiere di finitura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Mantello: di alluminio spessore 1,0 mm, preverniciata con vernice acrilica AP 23001 di colore grigio semilucido.
- Tetto: di alluminio piana, spessore 1.0 mm preverniciata come al punto precedente.

23.18.9 Isolamento tetto serbatoi

La coibentazione termica della parte superiore dei serbatoi (tetto) dovrà essere eseguita come sopradescritto e precisamente:

- Formazione di zona pedonabile, circonferenziale e centrale per accesso al passo d'uomo superiore, mediante la posa di pannelli isolanti rigidi. La restante superficie dovrà essere isolata con pannelli in lana di vetro.
- La protezione esterna dovrà essere eseguita con lamiera di alluminio piana fissata agli ancoraggi con rivetti in alluminio a testa larga.

E' richiesta la sigillatura delle giunzioni contro le infiltrazioni di agenti atmosferici mediante mastice siliconico.

La costruzione degli ancoraggi (supporti e relativi distanziatori) dovrà eseguirsi a terra, in quanto non sarà consentito operare in loco con l'uso di fiamma o altra attrezzatura che comporti pericolo di incendio e/o esplosioni.

Si ritiene ottimale la posa a raggiera di strisce di poliuretano preformato, aventi sezione 200 x 50 mm, con funzione di distanziatori isolanti e di supporto ai ferri piatti per il fissaggio delle lamiere di copertura.

Per i serbatoi posti all'esterno si devono prevedere opportuni sistemi di fissaggio atti ad impedire che, nella zona sottovento, la lamiera venga strappata quanto raggiunge una velocità di 130 km/h.

23.18.10 Isolazione mantello serbatoi

La coibentazione termica delle superfici laterali dei serbatoi (mantelli) dovrà essere eseguita come sopradescritto e precisamente:

- Posa in opera di pannelli preformati bloccati alla parete da nastri metallici tesati meccanicamente.
- Protezione esterna da eseguirsi con lamiere di alluminio fissate agli ancoraggi con rivetti in alluminio a testa larga.
- La costruzione degli ancoraggi dovrà essere eseguita a terra, come detto al punto precedente.

Si ritiene ottimale la realizzazione a mezzo virole circonferenziali con strisce di poliuretano preformato e di supporti a reggette in acciaio.

E' richiesta la sovrapposizione verticale antipluvio delle lamiere, con sigillatura delle sovrapposizioni (verticali ed orizzontali) contro le infiltrazioni di acqua piovana.

Sulla sommità del mantello, in corrispondenza del fermapiedi della protezione tetto, dovrà essere posata, per tutta la circonferenza, una lamiera di sgronda per evitare l'infiltrazione di acqua.

- In corrispondenza di ciascun gradino della scala di accesso al tetto, dei passi d'uomo e dei bocchelli, dovranno essere inserite opportune mascherine di finizione fissate e sigillate.

23.18.11 Rivestimento di Finitura

Il rivestimento di finitura dell'isolamento su tubazioni ed apparecchiature varie, dovrà essere effettuato con lamierino di alluminio al 99,9% semicrudo lucido (spessore come da tabelle allegate).

I giunti circonferenziali e longitudinali dovranno essere eseguiti mediante sovrapposizione. I bordi liberi delle lamiere saranno sagomati in modo da ottenere l'irrigidimento. La sovrapposizione del lamierino nei giunti orizzontali deve essere disposta in senso antipluvio. Perfetta lavorazione dei giunti in corrispondenza di staffe e rulli di scorrimento, in modo tale da permettere la libera dilatazione dei tubi.

Per il rivestimento delle tubazioni e delle apparecchiature, ove non vengono usati pezzi prefabbricati, i vari elementi in lamierino di alluminio dovranno essere posati direttamente sull'isolamento sovrapponendoli sia nei giunti orizzontali che in quelli verticali in modo tale da impedire infiltrazioni d'acqua.

Il rivestimento delle curve e dei fondi bombati dovrà essere realizzato con preformati oppure a spicchi per tranciatura meccanica.

Il fissaggio del rivestimento dovrà essere effettuato con viti autofilettanti in acciaio cromato a testa fresata, le giunture circonferenziali non dovranno essere fissati con viti per consentire le dilatazioni termiche.

Deve essere garantita l'impermeabilità di tutti gli isolamenti. In particolare devono essere adottati opportuni accorgimenti atti ad impedire l'ingresso d'acqua attraverso le giunzioni delle lamiere di finitura, anche con l'utilizzazione, dove necessario, di giunti o mastici particolari.

Tutti i tagli e/o le interruzioni della finitura in corrispondenza di staffe, supporti, targhe ecc. devono essere accuratamente sigillate e protette da opportune scossaline.

Per quanto possibile, deve essere evitata l'applicazione a contatto diretto di materiali metallici di diversa natura, al fine di evitare l'insorgere di fenomeni corrosivi.

In particolare, devono essere evitati gli accoppiamenti ferro-alluminio, ferro-acciaio inossidabile, acciaio inossidabile-lamiera zincata, lamiera zincata-ferro.

Nei casi in cui inderogabili necessità impongono l'uso di materiali diversi a contatto tra loro, nella zona di contatto deve essere interposto un diaframma di carta di fibra ceramica.

Nel caso di tubazioni, valvole, apparecchiature, ecc. poste all'esterno, è da prevedersi ulteriore supporto di carta catramata da interporre tra il coibente ed il lamierino di finitura. Dove richiesto esplicitamente, prevedere anche l'eventuale siliconatura delle lamiere.

23.19 prove ed ispezioni

23.19.1 Prove sui Materiali

Le proprietà fisiche dei materiali utilizzati per la coibentazione dovranno essere determinate in accordo con quanto previsto dagli std. ASTM (Par. 18 - Thermal and Cryogenic Insulating Materials).

23.19.2 Ispezioni

Sulla superficie esterna dei rivestimenti ultimati dovranno essere eseguite misurazioni a cura dell'installatore e alla presenza della Direzione Lavori.

La circonferenza misurata sui tubi o sui serbatoi finiti (completa cioè del rivestimento di alluminio) potrà avere rispetto a quella teorica calcolata le seguenti tolleranze:

- isolamento a strato semplice	mm	+ 50	- 0
- isolamento a strato doppio	mm	+ 80	- 0
- isolamento a strato triplo	mm	+120	- 0

Se la circonferenza misurata sarà inferiore a quella richiesta la Direzione Lavori si riserverà di far aumentare lo spessore fino a quello prescritto.

L'isolamento in corrispondenza di giunzioni saldate o flangiate dovrà essere facilmente smontabile e ripristinabile nella propria completa funzionalità da parte del personale di manutenzione dell'impianto.

Eventuali aperture sull'isolamento in corrispondenza di bocchelli, supporti, passi d'uomo etc. dovranno essere adeguatamente riempite e protette.

23.20 Criteri di accettazione

23.20.1 Generalità

Sono di seguito riportati i criteri di qualificazione e di accettazione dei materiali isolanti utilizzati per l'isolamento termico di tubazioni, apparecchiature, serbatoi ecc.

23.20.2 Certificazioni

Prima dell'inizio dell'esecuzione lavori, l'Assuntore dovrà consegnare alla Direzione Lavori la certificazione della Ditta Costruttrice del materiale isolante in cui si attestano le caratteristiche chimico/fisiche che determinano la resistenza meccanica, la conducibilità termica a 20 gradi centigradi, la incombustibilità, la densità, l'igroscopicità, la resistenza agli acidi, comportamento al fuoco ecc..

23.20.3 Prestazioni Termiche

Sono determinate:

- Dalla conducibilità termica "utile" alla temperatura media, intesa come media aritmetica tra le temperature della superficie calda e fredda dell'isolante (per conducibilità termica si intende quella certificata in laboratorio, secondo metodi di prova normalizzati, maggiorata del 10%).
- Dallo spessore in opera.
- Dalle temperature limiti di impiego, intese come quelle al di sopra delle quali si producano nel materiale alterazioni irreversibili della conducibilità termica e/o dello spessore.

23.20.4 Procedure per eventuali prove sui materiali isolanti

La Direzione Lavori potrà prelevare due campioni di materiale, prima della posa in opera, da inviare presso un Istituto certificato per la determinazione dei coefficienti di conducibilità termica, nonché per la verifica delle altre caratteristiche fisiche indicate nella presente specifica tecnica.

Come valore della conducibilità viene considerata la media tra i valori ottenuti per i due campioni, purché fra questi non esista uno scostamento superiore al 20% del valore medio, nel qual caso la prova viene ripetuta una volta.

Nel caso in cui siano riscontrati valori di conducibilità superiori a quanto indicato nelle tabelle della presente specifica, per il compimento della garanzia, la Direzione Lavori potrà procedere come segue:

1. rifiuto della partita nel caso in cui ciò non comporti un ritardo inaccessibile nell'esecuzione dei lavori;
2. accettazione della partita, purché l'Appaltatore aumenti a proprie spese lo spessore dell'isolamento, in modo da ottenere lo stesso disperdimento teorico che si sarebbe avuto con il coefficiente di conducibilità indicato nelle tabelle.

Oltre al valore della conducibilità, l'accettazione del materiale è subordinata anche alla corrispondenza delle altre caratteristiche fisiche con i dati di offerta.

23.20.5 Verifiche

Per la verifica di conformità del materiale, dovranno essere eseguiti controlli, secondo le procedure indicate, sulle seguenti caratteristiche:

- Densità apparente.
 - Dimensioni (con particolare riguardo allo spessore).
 - La temperatura all'esterno della finitura in lamierino non dovrà superare 50°C con una temperatura ambiente di 18°C.
- Le norme di riferimento per la verifica delle caratteristiche sono le seguenti:

- Coppelle:
 - Norma DIN 52613 (prestazioni termiche).
 - Norma UNI 6265-68 (dimensioni).
 - Norma UNI 6824-71 (massa volumetrica apparente).
- Feltri trapuntati:
 - Norma UNI 6262-68 (dimensioni).
 - Norma UNI 6538-69 (massa per unità di superficie).
- Pannelli:
 - Norma UNI 6267-68 (dimensioni).
 - Norma UNI 6485-69 (densità apparente).

N.B. Le norme UNI citate, relative ai prodotti in fibre di vetro, sono estese a tutte le fibre minerali.

Di seguito si riportano:

- La tabella n. 1 con le caratteristiche dei materiali isolanti da installare in funzione del tipo di fluido e del diametro tubazioni.
- Le tabelle da n. 2 a 4 con gli spessori economicamente ottimali (S.E.O.) di manufatti isolati in funzione di diverse temperature e condizioni di esercizio e con ipotesi di calcolo predeterminate.

TABELLA N.1 - TIPI DI MANUFATTI

ELEMENTI DA ISOLARE					
Pos.	Descrizione	Diametro	Temp. fluido	Materiali isolanti - tipo	Lamierino di finitura - spessore
1	Tubazioni	≤ 12"	5 ÷ 45°C	Elastomero	0,8 mm
2	Tubazioni	≤ 12"	50 ÷ 140°C	Fibra di vetro in coppelle	0,8 mm
4	Apparecchiature e serbatoi		140°C	Fibra di vetro in materassini o in pannelli	1,0 mm

NOTE:

TABELLA N.2

TEMPERATURA DEL FLUIDO		Da 5 a 45°C (fluidi freddi)
TEMPERATURA AMBIENTE		-10/30°C
TIPO MATERIALE ISOLANTE		ELASTOMETRO (1)
CONDUTTIVITA' TERMICA UTILE λ (W/mK a 40°C)		0,040
DIAMETRO ESTERNO TUBAZIONE		S.E.O.
mm	DN	
33,4	25	13
42,2	32	13
48,3	40	13
60,3	50	19
73,0	65	19
88,9	80	19
114,3	100	19
141,3	125	19
168,3	150	19
219,1	200	19
273,0	250	32
323,8	300	32

NOTE:

(1) Guaine e lastre isolanti flessibili costituite da espanso a base di gomma sintetica di colore nero a cellule chiuse

TABELLA N.3

TEMPERATURA DEL FLUIDO		Da 51 a 90°C
TEMPERATURA AMBIENTE		-10/30°C
TIPO MATERIALE ISOLANTE		Coppelle fibra di vetro
DENSITA'		55 Kg/mc
CONDUTTIVITA' TERMICA UTILE λ (W/mK a 40°C)		0,035
DIAMETRO ESTERNO TUBAZIONE		S. E. O.
mm	DN	
33,4	25	30

UNI 9511-1 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;

UNI 9511-2 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;

UNI 9511-3 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;

UNI 9511-4 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;

UNI 9511-5 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

Contatori per acqua

Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35 °C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo od unico, a quadrante asciutto o bagnato;

- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa od a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina - per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: **UNI 1075 1 e 2** ;

- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;

- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 - 1074** ; **UNI 2223**; **UNI 2229**.

I contatori debbono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali debbono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché, capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma:

UNI 8349 - Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.

Criteri di esecuzione

Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alla norma **UNI 9182**.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrate e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60 °C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi ed i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;

- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;

- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;

- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore.

- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali ed indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegati per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;

- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua calda.

Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;

- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m³.

Protezione contro la corrosione

Generalità

Con il termine protezione contro la corrosione si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le

condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute - per la maggior parte - ad una azione elettrochimica. In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettrolita, per esempio: il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, etc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica ed inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo od a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento od in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto della applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

Protezione passiva ed attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

Rete di ventilazione

Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico ed i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono delle tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori, può essere realizzata nei seguenti modi:

- *Ventilazione primaria*: ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. E' consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento.

- *Ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettore di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari sono più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico.

- *Ventilazione unitaria*: ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'Appendice F (raccordi di ventilazione) della norma **UNI 9183**, in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, nè, essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro (mm)
Bidé	35
lavabo	35
vasca da bagno	40
vaso a cacciata	50
vaso alla turca	50
lavello	40
orinatoi sospesi	40
orinatoi a stallo	50
piatto doccia	40
fontanella	25
lavapiedi	40
scatola sifonata	40

Diametri i della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, od a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena od elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

Rete di scarico delle acque di rifiuto

Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas ed acidi corrodenti.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, sono costituiti dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alla base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua: **UNI 6363**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;

- tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di grès: devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti);
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**.

- tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere alla norma **UNI 9534**.

- tubi di materiale plastico:

tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;

tubi di PVC per condotte interrate;

tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrate;

tubi di polipropilene (PP);
tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte all'interno dei fabbricati;.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
 - in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
 - b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;
 - c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
 - d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
 - e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
 - f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
 - g) resistenza agli urti accidentali.
- In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
- h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
 - i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
 - l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
 - m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
 - n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;

- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interraste.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI 9183**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentiti, gli spazi devono essere accessibili tali da consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40-50 m.

I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35(senza vasi)	1	1	1
40(senza vasi)	2	3	4
50(senza vasi)	4	5	6
60(senza vasi)	7	10	12
70(senza vasi)	12	15	18
80(senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico

Apparecchio sanitario	Diametro minimo (mm)	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3
Piletta	40	3
Bidet	35	1-2
Orinatoi	40	2-4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad), acciaio, acciaio smaltato o in gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della **UNI 9183**, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Diametro minimo delle colonne di scarico

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna (m)
	per ogni piano	per tutta la colonna	
40(senza vasi)	3	8	14
50(senza vasi)	5	18	18
60(senza vasi)	8	25	25
70(senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45 in modo di formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ed in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare, l'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Collettori di scarico: diametro minimo in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35(senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

Collettori di scarico: velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza

Diametro colonna	Velocità (m/s) pendenza (%)				Carico US pendenza (%)		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Collettori di scarico: Pendenze minime consigliata per i tratti sub-orizzontali

Tubazione	Pendenza (%)
gres o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico (mm)
lavabo	32
vaso a sedere normale	100
vaso a sedere ad aspirazione	75
vaso alla turca	100
vasca da bagno	50
bidet	32
doccia	50
lavastoviglie, lavatrice	40
orinatoio sospeso	40
orinatoio a stallo verticale	50
orinatoio ad aspirazione	32
lavello da cucina di appartamento	40
lavello da cucina di ristorante	75
lavabo da ristorante	50
lavabo da laboratorio	40
vuotatoio	100
lavapiedi	40
lavatoio	40
fontanella d'acqua da bere	32
chiusino a pavimento	50

Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita

Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione

Profondità (cm)	Dimensioni interne del pozzetto (cm)	Muratura	Chiusino dimensione esterne (cm)
< 90	52x52	a 1 testa	64x64
90 – 250	82x82	a 2 teste	84x84
>250	Ø 90	cls prefabbricato	84x84

Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda : lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a);
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli vale la norma **UNI EN 124**.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI 9184**:

- i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo;
- i bocchettone ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;
- per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalla converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Dati dimensionali dei lamierini

Spessore (mm)	Peso (kg/dm³)	Dimensioni	
		Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
4/10	3,20	1.000	2.000
6/10	4,80	1.100	3.000
8/10	6,40	1.300	3.000
10/10	8,00	1.400	3.500
12/10	9,60	1.500	4.000
14/10	11,20	1.500	4.000
16/10	12,80	1.500	4.000
18/10	14,40	1.500	4.000
2	16,00	1.500	5.000
2 ½	20,00	1.600	6.000
3	24,00	1.800	10.000

Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1x2	
Spessore (mm)	Peso kg
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Dati dimensionali dei canali di gronda lamiere zincate (peso in kg)

Spessore (mm)	Per bocca di sviluppo di cm				
	15x25	18x30	19x33	20x25	22x40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere, inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette, a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.) .

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, il vano deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore (mm)	Per diametro di mm						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale (m²)	Diametro minimo del canale di gronda (mm)	Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm)
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

Nota: il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla seguente tabella, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base ad un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento =1 e canali pieni a metà altezza:

Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore (mm)	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura (mq)			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

a) effettuerà le necessarie prove di tenuta;

b) al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate;

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Norme di riferimento

a) *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato*

UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.

b) *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica*

UNI EN 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.

c) *Supporti per canali di gronda*

UNI EN 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.

d) *Criteri di progettazione, collaudo*

UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;

UNI 9184 - Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;

- consentire lo smontaggio ed il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;

- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;

- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, od altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;

- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C;

UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

Prove e verifiche

Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redigerà regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore.

Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta od altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione

La prova di tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm².

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H₂O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

Prova di portata rete acqua fredda

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni:

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;

- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

Prova idraulica a caldo

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10 °C della temperatura di esercizio;

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione d'acqua calda (**UNI 9182**) deve essere eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una;

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2 °C.

Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente, un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

Verifica del livello del rumore

La verifica del livello del rumore (**UNI 9182**) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 metro dalle pareti e ad un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma **UNI 9182**.

25. CAPO XXV – OPERE FOGNARIE E STRADALI

25.1 Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni

Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Realizzazione della fossa

Opere provvisoriale

Le opere provvisoriale in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzati secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza, secondo le disposizioni del **D.P.R. n. 222/2003**.

Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

a) *Trincea stretta*. È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

b) *Trincea larga*. Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

c) *Terrapieno (posizione positiva)*. La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

d) *Terrapieno (posizione negativa)*. La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D + 0,40 \cdot D)$ m.

25.2 Letto di posa per tubazioni

Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere altresì prescritto il rinalzo della condotta, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rinalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il rinalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a $100 \text{ mm} + 1/5 D$, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a $50 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10 \text{ cm}$ (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezione non inferiore a quelle riportate nella tabella 84.1.

Tabella 84.1. – Tubazioni interrante – Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo (cm)												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea (h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco (H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa, i coefficienti di posa K da adottare in funzioni dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfianco e del tipo di trincea.

25.3 Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni

Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato ed avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.

Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore $(0,10 + D/10)$ m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90° ; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60° .

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180° , realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR b,u, n, 69-AASHO mod.).

Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

25.4 Rinterro delle tubazioni

Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o mediante altri mezzi idonei.

Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiamento tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfiamento dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali. Il rinfiamento delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di $1,9 \text{ t/m}^3$; il massimo contenuto di limo è limitato al 10%, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5%.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **UNI EN 1295-1** che distingue:

- zona di rinterro. Tale zona deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semi rigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita:
 - 1) da letto di posa e rinfiacco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
 - 2) letto di posa e la base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide;
- terreno.

In generale le condizioni di posa debbono tenere conto delle seguenti condizioni:

- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1 A2 e A3 della classificazione CNR **UNI 1.0006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 ed **UNI 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfiacco ed il ricoprimento debbono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà $1,2 \times DN$ (mm), non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfiacco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori. Quando è possibile, occorre eseguire sul posto, la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini

La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.

La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

b) Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

c) Terreni a grana grossolana con > 12% di fini

I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfiacco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

25.5 Sovrastruttura stradale - Caratteristiche geometriche delle strade

Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994 si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili, si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

Sovrastruttura

Definizione

Con tale termine si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali: strato drenante, strato anticapillare, strato antigelo ed eventuali strati di geotessile.

Le sovrastrutture normalmente si considerano di tre tipi:

- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

Strati della sovrastruttura

Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

Strati accessori

a) strato anticapillare

È lo strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione ed il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera.

b) strato antigelo

È lo strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo.

c) strato drenante

È lo strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura, per provvedere alla raccolta ed allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

Tipi di sovrastrutture

Sovrastruttura flessibile

Con dizione tradizionale, si indica come flessibile una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è frequentemente costituito da due strati: uno strato di usura ed uno strato di collegamento:

a) Strato di usura.

Strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.

Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi drenanti e fonoassorbenti; in tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.

b) Strato di collegamento.

Strato, spesso chiamato «binder», sottostante al precedente, destinato ad integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori; normalmente esso è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.

(1) Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (vedi macadam) con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale

Sovrastruttura rigida

Con dizione tradizionale, si indica come rigida una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione. La lastra in calcestruzzo assomma in sé anche la funzione dello strato di base.

Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati con leganti idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.

Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che la eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalgia in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra. Esso infine può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

Sovrastuttura semirigida

Con dizione tradizionale, si indica come semirigida una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idraulici, ed eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.

Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base sono due: uno strato sottostante trattato con leganti idraulici ed uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica, dello strato di base cementato sottostante.

Sovrastuttura rigida polifunzionale

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucchiabile e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato ed un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

Sottofondo

Definizione

Terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

Sottofondo migliorato o stabilizzato

Sottofondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).

Il miglioramento, in alcuni casi può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

Trattamenti

Trattamento superficiale

Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.

Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.

Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche trattamento superficiale di irruvidimento.

Trattamento di ancoraggio

Pellicola di legante idrocarburico (detta anche mano d'attacco) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

Trattamento di impregnazione

Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

Trattamento di penetrazione

Trattamento consistente nello spandere una idonea quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti ad elevata percentuale di vuoti.

Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per una profondità dell'ordine di alcuni centimetri.

Tipi particolari di pavimentazioni o di strati

Pavimentazione ad elementi discontinui

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Attualmente il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monumentali e a transito pedonale.

I tipi più comuni sono: i ciottolati, costituiti da ciottoli di forma tondeggianti, i lastricati, costituiti da elementi di forma parallelepipedica, i selciati costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale.

Pavimentazione di blocchetti prefabbricati di calcestruzzo, detta anche di masselli di calcestruzzo autobloccanti

È costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.

Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali ed in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone soggette a carichi molto rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci ecc, nel qual caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

Massicciata

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e rinzeppati a mano con scaglie di pietrame e quindi rullato con rullo compressore pesante.

Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato ed ormai completamente abbandonata.

Attualmente il termine viene talora ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fondazione o di base; ad evitare equivoci è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

Elementi costitutivi dello spazio stradale

Il D.M. 5 novembre 2001 tenuto conto dell'art. 3 del codice della strada, riporta le denominazioni degli spazi stradali e i loro seguenti significati (figura 81.1):

BANCHINA: parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta, ciglio superiore della scarpata nei rilevati.

Si distingue in:

«banchina in destra», che ha funzione di franco laterale destro. È di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza;

«banchina in sinistra», che è la parte pavimentata del margine interno.

CARREGGIATA: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli; essa è composta da una o più corsie di marcia; è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).

CORSIA: parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli. Si distingue in:

a) corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;

b) corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o solo di alcune categorie di veicoli;

c) corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;

d) corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso e, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.

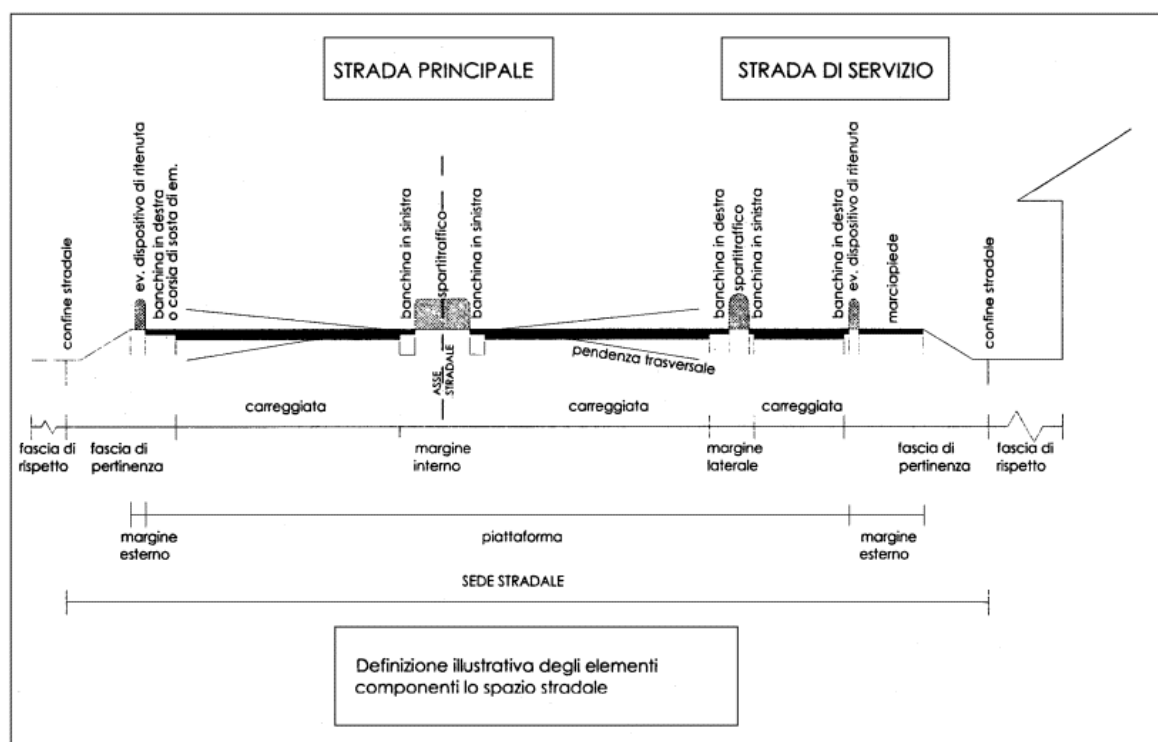


Fig. 87.1 – Elementi costitutivi dello spazio stradale (D.M. 5 novembre 2001)

DISPOSITIVO DI RITENUTA: elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurne le conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.

FASCIA DI PERTINENZA: striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.

FASCIA DI SOSTA LATERALE: parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.

MARCIAPIEDE: parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.

MARGINE INTERNO: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.

MARGINE LATERALE: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.

MARGINE ESTERNO: parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti sostegni, ecc.).

PARCHEGGIO: area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata o non dei veicoli.

PIATTAFORMA: parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:

a) una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;

b) le banchine in destra e in sinistra;

c) i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);

d) le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).

Non rientra nella piattaforma il margine esterno.

SEDE STRADALE: superficie compresa entro i confini stradali.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico sono individuati nella tabella 19.1, relativa alla piattaforma corrente.

Caratteristiche geometriche

Larghezza delle corsie

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano; le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7, 8, 9, 10 e 11 della tabella 3.2.c del **D.M. 5 novembre 2001**, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.

Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi; sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

Larghezza del margine interno e del margine laterale

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o a una strada principale ed una di servizio (margine laterale).

Larghezza del marciapiede

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).

In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà comunque essere non inferiore a 2,00 m.

Regolazione della sosta

Tale voce indica se la sosta è consentita, o meno, sulla piattaforma o in appositi spazi separati connessi opportunamente con la strada principale, con disposizione degli stalli in senso longitudinale o trasversale rispetto la via.

Gli stalli devono essere delimitati con segnaletica orizzontale; la profondità della fascia stradale da loro occupata è di 2,00 m per la sosta in longitudinale, di 4,80 m per la sosta inclinata a 45° e di 5,00 m per quella perpendicolare al bordo della carreggiata. La larghezza del singolo stallone è di 2,00 m (eccezionalmente di 1,80 m) per la sosta longitudinale, con una lunghezza occupata di 5,00 m; è di 2,30 m per la sosta trasversale.

Le eventuali corsie di manovra a servizio delle fasce di sosta devono avere una larghezza, misurata tra gli assi delle strisce che le delimitano, rispettivamente pari a 3,50 m per la sosta longitudinale e 6,00 m per la sosta perpendicolare al bordo della carreggiata, con valori intermedi per la sosta inclinata.

Le dimensioni indicate sono da intendersi come spazi minimi, liberi da qualsiasi ostacolo, occorrenti per la sicurezza delle manovre.

25.6 Misti cementati per strati fondazione e di base

Generalità

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.

Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

Materiali costituenti e loro qualificazione

Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 88.1. - Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

Tabella 88.2. - Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 30; ≤ 60
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Indice plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

Cemento

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma **UNI ENV 197-1**:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

Acqua

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità l'acqua andrà testata secondo la norma UNI-EN 1008.

Aggiunte

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.

La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso del cemento.

Miscela

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm ed una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

Tabella 88.3.

Serie crivelli e setacci UNI		Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5 - 10	-	

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, dovranno essere espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato nel laboratorio ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma **CNR B.U. n. 29/1972**. In particolare la miscela adottata dovranno possedere i requisiti riportati nella seguente tabella.

Tabella 88.4.

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della direzione dei lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 .

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della direzione dei lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa. Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

Confezionamento delle miscele

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

Preparazione delle superfici di stesa

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando la formazione di superfici fangose.

Posa in opera delle miscele

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma **UNI 6395**.

Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

La densità in situ, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (**CNR B.U. n. 69/1978**), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in situ sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm che potrà essere calcolato con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Il valore del modulo di deformazione (**CNR B.U. n. 146/1992**), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della direzione dei lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 – 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Tabella 88.6. - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2.500 m ³ di stesa
Aggregato fino	Impianto	Ogni 2.500 m ³ di stesa
Acqua	Impianto	Iniziale
Cemento	Impianto	Iniziale
Aggiunte	Impianto	Iniziale
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5.000 m ² di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa

25.7 Misti granulari per strati di fondazione

Generalità

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di stati di fondazione e di base.

Materiali

Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle seguenti.

Tabella 89.1. Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	CNR 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle.

Tabella 89.2. Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella tratta dalla norma **CNR 23/71**.

Tabella 89.3.

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio **UNI 0.075** mm ed il passante al setaccio **UNI 0.4** mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (**CNR-UNI 1.0009**) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma **AASHTO T294**).

Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 146/1992**).

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 92/1983**).

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili

Accettazione del misto granulare

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (**CNR 69/1978**).

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Confezionamento del misto granulare

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Posa in opera del misto granulare

Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 – 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in situ al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella seguente:

Tabella 89.4. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di Campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ³ di stesa
Sagoma	Strato finito	Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m ² di fascia stesa

Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

Miscela

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in situ già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato.

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

Costipamento

A compattazione ultimata la densità del secco in situ, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (**CNR 22/72**). Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10% dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 95 e 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità in situ comprese tra 93 e 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in situ ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello **UNI 25 mm**.

Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

25.8 Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

Generalità

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

Materiali costituenti e loro qualificazione

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella seguente tabella, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 90.1.

Bitume				
parametro	Normativa	unità di misura	tipo 50/70	tipo 80/100
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammolimento	EN1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa·s	≤ 0,3	≤ 0,2
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426, CNR B.U. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Aggregati

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguenti tabelle al variare del tipo di strada.

Tabella 90.2. - Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità				Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura		Base	Binder Usura
Los Angeles (*)	CNR B.U. n. 34/1973	%		_ 40	_ 40 _ 25
Micro Deval Umida (*)	CNR B.U. n. 109/1985	%		_ 35	_ 35 _ 20
Quantità di frantumato	-	%		_ _ 60	_ _ 70 100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm		40	30 20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%		_ _ 30	_ _ 30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%		_ _ 5	_ _ 5 0
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		_ _ 2	_ _ 2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%			_ 35 _ _ 30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%			_ _ 1,5 _ _ 1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%			_ _ 40

(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA \geq 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA \geq 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nelle seguenti tabelle

Tabella 90.3. - Aggregato fino. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	CNR B.U. n. 27/1972	%	_ _ 40	_ _ 50	_ _ 60
Indice plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite liquido	CNR-UNI 10014	%	_ _ 25		
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		_ _ 3	_ _ 3
Quantità di frantumato	CNR B.U. 109/1985	%		_ _ 40	_ _ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10% qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA \geq 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella.

Tabella 90.4. - Aggregato fino. Tutte le strade

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%		_ 5	
Passante allo 0.18	CNR B.U. n. 23/1971	%		100	
Passante allo 0.075	CNR B.U. n. 75/1980	%		_ _ 80	
Indice plasticità	CNR-UNI 10014			N.P.	
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%		30-45	
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR B.U. n. 122/1988	_ PA		_ _ 5	

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 38/2001.

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in situ eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: ≤ 30%
- conglomerato per strato di collegamento: ≤ 25%
- conglomerato per tappeto di usura: ≤ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

Miscele

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella seguente tabella.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Tabella 90.5. - Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 - 85	90 – 100	100	-
Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0.075	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6,0	5,2 – 6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 90.6. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura. Metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO		Strato pavimentazione		
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			0,6–0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm ²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	___5	___5	___5
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Tabella 90.7. - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura. Metodo Marshall

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	8	10	11

2 Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4 - 7	4 - 6	3 - 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	---5	---5	---5
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			0,7 - 1
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			> 70
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M				

Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio **UNI 0,075** mm contenuti in $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Tabella 90.8.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45 \pm 2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55 \pm 2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di ramollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	30 \pm 5

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m².

Tabella 90.9.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	40 \pm 2	35 \pm 2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	60 \pm 2	65 \pm 2
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 8	< 8
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di ramollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi una emulsione bituminosa modificata, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 kg/m². Prima della stesa della mano d'attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Tabella 90.10.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella tabella 20.10 e nella tabella 20.11.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 38/2001, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria debbono essere effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidezza (CNR B.U. n. 40/1973); percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR B.U. n. 134/1991).

Dopo la stesa la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote debbono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per il tappeto di usura dovrà inoltre essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR B.U. n. 105/1985.

25.9 Barriere stradali di sicurezza

Barriere di sicurezza in acciaio

Generalità

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collazione delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alle prescrizioni progettuali ed alle seguente norme:

C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 – *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

D.M. 4 maggio 1990 - *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;*

C.M. 25 febbraio 1991, n. 34233 - *Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Art. 1, D.M. 4 maggio 1990. Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;*

D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 - *Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 – *Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223;*

C.ANAS 26 luglio 1996, n. 749/1996 - *Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

D.M. 15 ottobre 1996 – *Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 - *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;*

C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622 - *Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;*

D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996 - *Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

C. Ente Nazionale per le strade Prot. 05 dicembre 1997, n. 17600 - *Progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza;*

D.M. 3 giugno 1998 - *Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;*

D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 - *Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";*

C.M. 6 aprile 2.000 - *Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;*

Det. 24 maggio 2001, n. 13/2001 - *Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza);*

D.M. 5 novembre 2001 - *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;*

C.M. 4 luglio 2002, n. 1173 - *Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223;*

D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009. - *Norme tecniche per le costruzioni.*

Norme UNI:

UNI EN 1317-1 - *Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;*

UNI EN 1317-2 - *Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;*

UNI EN 1317-3 - *Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione.*

Il produttore è responsabile della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione, ed il progettista deve curare il corretto inserimento del manufatto nel tessuto viario.

Il direttore dei lavori e l'appaltatore, ciascuno per la parte di propria competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, alle prescrizioni di esecuzione e/o alle modalità di posa in opera, della qualità dei materiali.

Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.

Conformità delle barriere e dei dispositivi

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti devono anche essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che, nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione. L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione, nella quale il direttore tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione.

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

Criteri di installazione

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedire la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

Il livello di contenimento Lc e l'indice di severità dell'accelerazione ASI previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 3 giugno 1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazioni ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto al vero (crash-test) eseguite presso i laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009.: Norme tecniche per le costruzioni.

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La direzione dei lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza, prevedendone anche l'infillimento locale.

In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.

Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm², disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Individuazione delle zone da proteggere

La protezione deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;

- lo spartitraffico ove presente;

- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);

- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc.. Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

I valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti: 3 m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna, V = 70 km/h, TGM 1.000; 10 m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4, V= 110 km/h, TGM 6.000.

Caratteristiche costruttive

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 15 cm dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm, modulo di resistenza non inferiore a 25 cm³.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a 80 mm x 120 mm x 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a 3,60 m.

La direzione dei lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo, avente almeno un $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di 30 cm; profondità non inferiore a 15 cm; spessore minimo di 2,5 m, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni 45 mm x 100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno 2 cm ed orizzontale di più o meno 1 cm.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a 50 m, senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla direzione dei lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla direzione dei lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate).

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm², in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Caratteristiche di resistenza agli urti

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque di significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 11 giugno 1999, D.M. 3 giugno 1998, tabella A) per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla direzione dei lavori sulla base dei certificati di omologazione esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. 11 giugno 1999, del D.M. 3 giugno 1998, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (*crash test*) effettuate secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da C.M. 6 aprile 2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla direzione dei lavori all'atto della consegna dei lavori.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

a) Materiali metallici in genere: saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche vigenti D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009.; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo **EN 10025**, la bulloneria secondo la norma **UNI 3740**, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma **UNI EN ISO 1461**.

Nel caso di forniture di barriere di sicurezza, corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.

b) Barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:

1. Acciaio impiegato

Le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati di omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche. L'acciaio dovrà inoltre essere zincabile.

2. Tolleranze di spessore

Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma **EN 10051/91**.

3. Collaudi e documenti tecnici

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi produttori o da enti o laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n.380/2002. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore.

Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

Barriere di sicurezza a doppia onda

La barriera è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione.

Le fasce sono costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di 3,0 mm, altezza effettiva 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm³. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per 32 cm, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certificazioni. I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore secondo i vari modelli di barriere certificate.

I distanziatori saranno interposti tra le fasce ed i montanti prevedendone il collegamento tramite bulloneria.

Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriasola antisfilamento.

I sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Installazione

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste del D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato, ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre da parte della stessa impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della direzione dei lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla direzione dei lavori; altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a 45 mm e spessore non inferiore a 2,4 mm, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme **ASTM n. A 90/53** ed **UNI 5744/66**.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm², in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15 ottobre 1996 e del 6 aprile 2.000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni - Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;

-il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aéroport - Francia;

TUV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

Barriere di sicurezza in metallo-legno

Legno lamellare-acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno lamellare potrà essere costituita da:

- fascia di protezione realizzata con travi in legno lamellare di conifera, piallate su tutte le facce, a spigoli smussati, ciascuna assemblata ad un nastro in acciaio. Per conferire continuità strutturale in senso longitudinale alla fascia, i nastri metallici sono collegati nel senso della lunghezza attraverso un giunto realizzato mediante una piastra di continuità in acciaio;
- montanti in acciaio, ricoperti (per la parte fuori terra) da elementi in legno lamellare appositamente lavorati fino a rivestire interamente il montante sui lati ed in sommità. Tale rivestimento è sagomato in sommità per limitare ogni infiltrazione di acqua nel legno, favorendo il deflusso delle acque piovane;
- elementi terminali costituiti dagli stessi materiali delle fasce, ma opportunamente lavorati per consentire una idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico, che funzionale.

Legno -acciaio

La barriera di sicurezza in metallo-legno potrà essere costituita da:

- piantone in tondo di legno, con anima in acciaio zincato a sezione C;
- listone orizzontale in tondo di legno anch'esso con anima in acciaio composta da profilato ad U dipendente dell'interasse dei piantoni;
- ciascun montante dovrà essere rivestito in tutti i suoi lati con una copertura integrale opportunamente lavorata in legno _____;
- i listoni orizzontali vanno posizionati con il bordo superiore a 80 cm dalla sede stradale; l'unione tra questi elementi dovrà essere assicurata da piastre in acciaio zincato ognuna delle quali appositamente bloccata da due piastrine in acciaio zincato;

- aggiunta di corrimano pedonale, con funzione esclusiva di parapetto pedonale, posizionato con il bordo superiore a 110 cm dalla sede stradale, realizzato in tondo di legno _____ dipendente dall'interesse dei piantoni.

Il corrimano dovrà essere ancorato con speciali staffe in acciaio verniciato fissate direttamente sul montante in acciaio della barriera stradale.

Tutto il legno dovrà essere trattato in autoclave con prodotti idonei alla lunga conservazione del materiale.

25.10 Opere d'arte

Caditoie stradali

Generalità

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotato di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della **UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità** – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
- Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
- Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
- Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
- Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti
- Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio
- 4) acciaio laminato
- 5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
- 6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della **UNI EN 124**.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme **DIN 4281**, pari ad almeno 45 N/mm², nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm² nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm².

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

Marcatura

Secondo il punto 9 della **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI
- la classe o le classi corrispondenti
- il nome e/o la sigla del produttore
- marchio dell'eventuale ente di certificazione
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della **UNI EN 124**
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della **UNI EN 124**.

Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della **UNI EN 124**.

Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della **UNI EN 124**.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

Fessure

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

Cestelli e secchi scoricatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Camerette d'ispezione

Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo ed in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, **DIN 1211 B**; tipo medio, **DIN 1211 A**; tipo lungo, **DIN 1212**.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m³ di impasto per il fondo e a 300 kg per m³ per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m³. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

I pozzetti di lavaggio debbono essere ispezionabili.

Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

Tubazioni

Tubazioni in c. a. v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche: $R_{ck} \geq 25$ MPa;

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Tubazioni in P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma **UNI 1401-1**.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

Pozzetti e chiusini

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno essere conformi alle norme **UNI - EN 124** (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40% spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq$ ____ MPa, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ____ mm e lunghezza non inferiore a ____ cm, infissi nel terreno per almeno ____ cm, in modo che sporgano almeno ____ cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 indicato dalla stessa direzione dei lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

Rivestimento per cunette e fossi di guardia

Elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m³ di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

Cordonature

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di e cm ed altezza media dicm, oppure con basi die cm ed altezza media di cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

26. CAPO XXVI - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

26.1 Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

Resistenza caratteristica

Agli effetti del punto 11.1 delle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009, un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

a) Valutazione preliminare di qualificazione.

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati; cementi; acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI EN 206-1).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un attestazione di conformità di livello **2+**. Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione.

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la misura della resistenza a compressione di provini cubici; la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc.

Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari.

Comprende tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 119.1. seguente:

Tabella 119.1.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N. prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N. prelievi ≥ 15)
<p>Ove:</p> <p>R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm²);</p> <p>R_l = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²);</p> <p>s = scarto quadratico medio.</p>	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

Controllo Tipo A

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R_1 , R_2 , R_3 le tre resistenze medie di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le seguenti disuguaglianze:

$$\begin{aligned} R_m &\geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ R_1 &\geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Controllo Tipo B

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$\begin{aligned} R_m &\geq R_{ck} + 1,48 s \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ R_1 &\geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più resistenze di prelievo ed s lo scarto quadratico medio.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard è valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,2 occorrono controlli molto accurati, anche in opera.

Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il Direttore dei Lavori deve procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che devono essere effettuate da uno dei laboratori contenuti nell'Albo dei Laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il Laboratorio provvede alla maturazione ed alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione fino allo scadere del tempo previsto dal Direttore dei Lavori, secondo quanto previsto dalla norma **EN 12390**.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del direttore dei lavori, o di un tecnico di sua fiducia, che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal direttore dei lavori, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, ovvero eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" del calcestruzzo sono obbligatori per il direttore dei lavori.

Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al direttore dei lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m³ forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di 3 prelievi di 2 cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalle **UNI EN 12390-3**. In generale il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica come dimensione del lato del provino quella pari ad almeno 3 volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale ora debbono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo, lato b (cm) = 10 - 15 - 20 - 25 e 30. Tolleranza lunghezza lato: $\pm 0,5\%$;
- provini cilindrici, diametro d (cm) = 10 - 11,30 - 15 - 20 - 25 - 30, altezza pari a 2 volte il diametro. Tolleranza altezza cilindro: $\pm 5\%$. Tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino: $\pm 0,5$ mm.
- provini prismatici, lato di base b (cm) = 10 - 15 - 20 - 25 e 30, lunghezza maggiore o uguale a 3,5 b . Tolleranza lato di base: $\pm 0,5\%$. Tolleranza perpendicolarità spigoli del provino: ± 5 mm.
- La tolleranza sulla planarità dei provini è di $\pm 0.000 \cdot 6d$ (b).

Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato e compattato per strati secondo le prescrizioni della **UNI 12390-2**, utilizzano uno dei seguenti metodi;

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm x 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con \varnothing 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo prima di essere collocato nelle casseforme deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseforme deve avvenire per strati; la norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.

La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in maniera da non danneggiare il provino.

Caratteristiche delle casseforme calibrate per provini

Le casseforme calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo (cubici, cilindrici e prismatici), secondo la **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello $\pm 0,25\%$. Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di $\pm 0,5$ mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseforme devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseforme in commercio sono realizzate in:

- materiale composito, di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali;
- polistirolo espanso, la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione;
- acciaio, scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti.

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondono a quelli previsti dalla **UNI EN 12390-1**

Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i provini di calcestruzzo. Tali dati debbono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini della individuazione dei campioni ed avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai Laboratori Ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori compreso il riferimento al verbale di prelievo.

Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data ed ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme: barra d'acciaio a sezione quadrata o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno;
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione del direttore dei lavori o dell'assistente delle modalità di preparazione dei provini in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

Domanda di prova al Laboratorio Ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 h dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI EN 12390-2** debbono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «Resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dal punto 11.1.5.3. delle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova ed il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

26.2 Controlli sul calcestruzzo fresco

Prove per la misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sotto elencati non risultano pienamente convergenti tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale ed alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (Slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento;

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

abbassamento al cono < 10 mm > 210 mm

TEMPO VEBÈ
< 5 SECONDI > 30 SECONDI

indice di compattabilità < 1,04 >

1,45

spandimento <10 mm >
620 mm

Tabella 120.1. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 120.2. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vèbé

Classe di consistenza	Tempo Vèbé (s)
V0	≥31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 120.3. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≥ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Tabella 129.4. – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	≥1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

(fonte : *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla **UNI 6393**, è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco, rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1.A**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

Determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm³/cm²) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm. L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata.

26.3 Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

Le prescrizioni normative

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definito anche come valore attuale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi. È accettabile un valor medio, misurato con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformato in resistenza cubica, non inferiore all'85% di R_{ck} . Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme **EN 12504-1** e **2**.

Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo

Il grado di maturazione del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti maturometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

I valori di misura del grado di maturità, rilevati direttamente *in situ*, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;

- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettifiche, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:

UNI 6555 - Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;

UNI 6687 - Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio;

UNI 7086 - Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;

UNI EN 680 - Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento;

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.

Misura della permeabilità

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione.

Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella **UNI EN 12390-8**. Un calcestruzzo si considera impermeabile se fornisce valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo *in situ* si possono applicare i seguenti metodi:

- ISAT. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;

- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:

UNI EN 206-1 – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

DIN 1048 - Test methods for concrete;

UNI 9525 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto;

UNI 9526 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.

26.4 Altri controlli sul calcestruzzo indurito

Controlli distruttivi

Prove di trazione diretta

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente $L \geq d$ dove d è la massima dimensione trasversale ed L la lunghezza.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente

ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Prova di trazione indiretta o prova brasiliana

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un elemento che consenta la concentrazione del carico lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Prova a trazione per flessione

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento:

UNI EN 12390-5. – Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza a trazione dei provini.

Misura del modulo di elasticità

Le norme tecniche per il modulo elastico istantaneo E_c , del calcestruzzo impongono che venga assunto quello secante tra la tensione nulla e $0,50 R_{cm}$ determinato sulla base di apposite prove sperimentali da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**. In sede progettuale si può assumere il seguente valore:

$$E_c = 11000 R_{cm}^{1/3} (N/mm^2)$$

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

Tabella 122.1. -Modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo secondo la resistenza

	Classe del calcestruzzo (N/mm ²)						
	15	20	25	30	35	40	50
E_c	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

L' E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante E_{cm} :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} (N/mm^2)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} (N/mm^2)$$

con f_c si intende la resistenza media compressione.

Tabella 122.2. - Modulo elastico secante E_{cm} del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)

	Classe del calcestruzzo (N/mm ²)								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
E_{cm}	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ($T = 20^\circ C$; U.R. > 90 %) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell' analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli di qualità previsti ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (**UNI EN 12390-2**). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, variabile fra 1.25 (R_{ck15}) 1.2 (R_{ck60}) secondo la **UNI EN 206-1**;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con :

- macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI EN 12504-1** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Norme di riferimento:

UNI EN 12504-1 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;

UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;
- 6) data del prelievo delle carote;
- 7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
 - la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
 - l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (*tormento*) sul campione prelevato;
- per tenere conto di tali influenze, si dovrà utilizzare la procedura di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto α tra l'altezza ed il diametro del provino cilindrico è: $\alpha = 1,0$. Per i provini cubici, ricavati dalle strutture, si assume: $\alpha = 1,0$. Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³, o frazione, di conglomerato cementizio, omogeneo, indagato n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Siano R_i i valori di resistenza alla compressione ottenuti dalle prove di compressione eseguite sui provini ricavati dalle strutture, la corretta interpretazione di questi risultati prevede di estrapolare i valori di R_i al valore convenzionale R_{ck} determinato su provini cubici confezionati e stagionati in condizioni standard. Il percorso che dovrà essere seguito viene illustrato nel seguito.

Si consideri una fascia di confidenza, per il campione sperimentale considerato, del 95% da questo dato è possibile stimare la attendibilità dei risultati con la relazione che segue:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

Il valore stimato della resistenza media del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$R_{i,m} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \cdot R_i / n$$

Dove:

$R_{i,m}$ = resistenza media stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Per determinare R_{pot} , il valore caratteristico estrapolato dai valori R_i , si devono considerare correttamente le differenti condizioni di confezionamento e maturazione previste per i campioni standard, dai quali si ricava il valore caratteristico R_{ck} , rispetto alle condizioni riservate ai campioni prelevati in opera, e soprattutto l'influenza del disturbo arrecato ai campioni dalle operazioni di prelievo dalle strutture. A tal fine la resistenza R_i dovrà essere incrementata di un coefficiente α , assunto pari a 1,20.

Pertanto se

$$R_{pot} = \alpha \cdot R_{i,m} - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto; se invece:

$$R_{pot} = \alpha \cdot R_{i,m} - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

Se la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la Direzione dei lavori, sentito il progettista, si riserva di prevedere, a cura e spese dell'Impresa, altre attività sperimentali

integrative e/o di procedere ad una verifica statica con il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica. Se l'esito di tali attività sperimentali fosse positivo la Direzione dei lavori provvederà a contabilizzare il calcestruzzo in base alla classe di resistenza più bassa e più prossima alla resistenza caratteristica trovata. Nel caso che il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto la Direzione dei lavori disporrà, a cura e spese dell'Impresa, la demolizione ed il rifacimento dell'opera.

I prelievi e le prove di compressione sulle carote o sui cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso un laboratorio scelto fra quelli contenuti nell'Albo dei Laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 /2001.

I risultati ottenuti dovranno essere registrati su apposito verbale che, redatto in contraddittorio con l'Impresa, dovrà contenere anche l'ubicazione dei prelievi e le note di commento della Direzione dei lavori.

Durante il prelievo dalle strutture, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere all'impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:

UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione (Pull-Out), che può considerarsi una prova di tipo semidistruttivo, è utilizzata per determinare le proprietà meccaniche del calcestruzzo in opera, mediante l'impiego di una curva di taratura è possibile stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.

Le prove possono essere attuate in due maniere:

a) Tasselli pre-inglobati

Nel getto di calcestruzzo viene inserito un inserto di acciaio, misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI EN 12504-3**.

La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. in fase di tesatura di cavi.

b) Tasselli post-inseriti:

Nella struttura in c.a, mediante foratura con trapano, viene inserito un tassello ad espansione, e misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**.

Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Il numero minimo di tasselli deve essere di tre per ogni punto di prova.

Norme di riferimento:

UNI EN 12504-3:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 3: Determinazione della forza di estrazione

Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo Pull-Off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

La prova è ritenuta idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento:

ASTM C 803 - Penetration Resistance of Hardened Concrete.

Controlli non distruttivi

Prove sclerometriche

La prova è molto semplice può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova.

L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori ed impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave/pilastro verrà testata con il metodo sclerometrico (**UNI EN 12504-2**) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera.

Rilievi microsismici o ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza.

Normativa di riferimento:

UNI EN 12504-4:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici

UNI 9742 - Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma;

UNI 9771 - Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.

Metodo delle correnti indotte

L'applicazione del metodo delle correnti indotte (*Eddy Currents Testing*, ECT) potrà essere richiesto dal direttore dei lavori all'appaltatore per:

- la determinazione dell'integrità di tubazioni e delle parti saldate;
- la misura dello spessore di rivestimenti;
- la determinazione dell'integrità di cavi conduttori e la localizzazione dei fili danneggiati;
- il rilevamento di inclusioni metalliche in materiali non metallici;
- la misura della conduttività elettrica;
- l'identificazione e discriminazione di leghe metalliche;
- la misura della permeabilità magnetica e dell'effetto di trattamenti termici su di essa.

Norme di riferimento

UNI EN 12084:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Principi generali e linee guida;

UNI EN 13860-1:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Caratteristiche dell'apparecchiatura e modalità di verifica. Caratteristiche della strumentazione e modalità di verifica UNI.

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento

UNI EN 1799 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.

ART. 1 -

RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali in c.a., è stabilita dal punto 5.1.6.1.3 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e circolare 617 del 2/02/2009..

Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.

Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

26.5 Metodi di prova per acciaio per cemento armato normale precompresso

L'accertamento delle proprietà meccaniche dell'acciaio deve essere determinato in conformità delle seguenti norme:

UNI EN ISO 15630-1:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate;

UNI EN ISO 15630-3:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

26.6 Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- 1) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;
- 2) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- 3) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**.
- 4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Personale di saldatura

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN2883.

Norme di riferimento:

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

Modalità di esecuzione delle saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo **ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali, il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma **UNI EN 12062**.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti tre fasi:

- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

Tabella 128.1. Controllo di qualità delle strutture saldate

Controllo indiretto	Controllo diretto
Esame della documentazione tecnica	Distruttivo
Prove di qualifica dei saldatori	Semidistruttivo
Prove di saldabilità dei materiali base	Non distruttivo
Prove sui materiali d'apporto	
Prove di qualifica dei procedimenti	

Difetti delle saldature

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi (1):

- *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
- *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.

(1) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite monolitiche. Qualora detta continuità sia imperfetta, si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.

Le condizioni di servizio possono, ad esempio determinare inconvenienti come :

- cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, et.);
- cavità superficiali provocate da corrosioni;
- alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;
- precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.

I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

Cricche

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

Difetti esterni o di profilo

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

- a) *eccesso di sovrametallo*. E' riscontrabile nei giunti di testa;
- b) *cordone d'angolo troppo convesso*. E' tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;
- c) *incisioni marginali*. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;
- d) *irregolarità superficiale*. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, etc.;
- e) *slivellamento dei lembi*, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
- f) *spruzzi e sputi*. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;
- g) *colpi d'arco*. Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

E' necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

- a) *sollecitazioni statiche*. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;
- b) *sollecitazioni di fatica*. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.
- c) *servizio a bassa temperatura*. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

Controlli non distruttivi

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.

I controlli verranno certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da un operatore qualificato, secondo **EN473**, almeno di secondo livello.

Metodo dei liquidi penetranti

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

1. *Pre-lavaggio*. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, etc. per pezzi usati;
2. *Applicazione*. Consiste nell'applicazione del liquido penetrante⁽²⁾ sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;
3. *Lavaggio*. Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;
4. *Sviluppo*. Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;
5. *Osservazione*. Ha lo scopo di valutare ed interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

⁽²⁾ Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

Norme di riferimento:

UNI EN 571-1 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali;

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;

UNI EN ISO 3452-2 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti;

UNI EN ISO 3452-3 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Blocchi di riferimento per le prove;

UNI EN ISO 3452-4 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura;

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove;

UNI EN ISO 12706 - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo con liquidi penetranti;

UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti delle saldature. Livelli di accettazione;

UNI EN 1371-1 - Fonderia. Controllo con liquidi penetranti. Getti colati in sabbia, colati in conchiglia per gravità ed a bassa pressione;

UNI EN 1371-2 - Fonderia. Controlli con liquidi penetranti. Fusioni a cera persa;

UNI ISO 4386-3 - Cuscinetti radenti. Cuscinetti radenti metallici multistrato. Prove non distruttive con liquidi penetranti;

UNI EN 10228-2 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti;

UNI EN 10246-11 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione dei difetti superficiali .

Metodo magnetico

E' un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

- *Smagnetizzazione preliminare*, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;

- *Sgrassaggio* superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;

- *Magnetizzazione*. Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato;

- *Applicazione della polvere magnetica*;

- *Ispezione* per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;

- *Smagnetizzazione finale* dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

Norme di riferimento

Sul controllo magnetoscopico si segnalano le seguenti norme:

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali;

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature;

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione;

UNI EN 1369 - Fonderia. Controllo mediante particelle magnetiche;

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso

disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali;

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali;

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico;

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso);

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali;

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali;

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali;

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. E' utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione .

I metodi ultrasonici si possono classificare in :

- *tecnica per trasmissione o per trasparenza*. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;

- *tecnica per riflessione*. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con un oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;

- *tecnica per risonanza*. La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;

- *tecnica ad echi multipli*. La tecnica è una variante di quella per riflessione

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti trasduttori, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medicale.

Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame, sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

Norme di riferimento

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali;

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature;

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione;

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali;

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali;

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico;

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso);

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali;

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali;

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali;

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

UNI EN 1712:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;

UNI EN 1713:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;

UNI EN 1714:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola - posta alle spalle dell'elemento - sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

Norme di riferimento

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;

UNI ISO 4993 - Getti di acciaio. Controllo radiografico;

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;

UNI EN 10246-10 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;

UNI 10660 - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali;

UNI EN 12517 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

Strutture bullonate

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

Le caratteristiche dichiarate dal produttore verranno verificate dalla direzione dei lavori, secondo le procedure previste nel D.M. 19.09.2005, presso un laboratorio ufficiale.

Esecuzione e controllo delle unioni

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$. Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio T_s , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale N_s presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove d è il diametro nominale di filettatura del bullone, $N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$, essendo A_{res} l'area della sezione resistente della vite e $f_{k,N}$ tensione di snervamento.

La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella 128.3. -Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro D (mm)	Area resistente A_{res} (mm ²)	Coppia di serraggio Ts (N·m)					Forza normale Ts (kN)				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati. Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, etc.

26.7 Prove sugli infissi

Infissi in legno

Il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali:

a) Verifiche su porte

1. Resistenza al carico verticale
2. Resistenza alla torsione statica
3. Resistenza all'urto di corpo molle e pesante
4. Resistenza all'urto di corpo duro
5. Dimensione e perpendicolarità iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido
6. Svergolamento, arcuatura e imbarcamento iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido

b) Verifiche su finestre

1. Resistenza alla torsione statica
2. Resistenza alla deformazione nel piano dell'anta
3. Sforzi di manovra
4. Permeabilità all'aria
5. Tenuta all'acqua
6. Resistenza al vento.

Infissi in metallo

Le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento debbono essere eseguite secondo le seguenti norme:

a) Prove in laboratorio

UNI EN 1026 - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova.

UNI EN 1027 - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Metodo di prova.

UNI EN 12211 - 30/06/2001 - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova.

b) Classificazioni in base alle prestazioni

UNI EN 12207 - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione

UNI EN 12208 - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Classificazione

UNI EN 12210 - - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione

27. CAPO XXVII - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

27.1 Scavi

Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento o gli sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Scavi di fondazione o in trincea

Per gli scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione dei scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

Scavi subacquei

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione per tenere conto degli aggrottamenti ed esaurimenti dell'acqua presente con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Scavi di cunicoli e pozzi

Il volume degli scavi per cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto.

Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- per il taglio di piante, le estirpazioni di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o delle pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- per le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Misurazione degli scavi

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

– gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti ed i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

27.2 Rilevati, rinterri e vespai

Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Preparazione del piano di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

Riempimento con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Paratie di calcestruzzo armato

Saranno valutate per la loro superficie effettiva misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione.

La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

27.3 Demolizioni, dismissioni e rimozioni

Demolizioni di tramezzi

Le demolizioni parziali o totali di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti saranno valutate a metro quadrato, compreso l'onere del trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta.

Demolizioni di murature

Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti saranno valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta.

Taglio a sezione obbligata di muratura per la realizzazione di vani porte e/o finestre

Il taglio a sezione obbligata di muratura di spessore superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta o finestre e simili, compreso l'onere del puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica scarica, sarà compensato a metro cubo.

Taglio a sezione obbligata di tramezzi per la realizzazione di vani porta e simili

Il taglio a sezione obbligata di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta e simili, compreso l'onere dell'eventuale puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica scarica, sarà compensato a metro quadrato.

Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compreso l'onere del trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro cubo di struttura demolita.

Demolizioni totali di solaio

Le demolizioni totali di solai di qualsiasi tipo e spessore, compreso gli eventuali pavimenti, e l'onere del trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta, saranno valutate a metro quadrato.

Taglio a sezione obbligata di solaio

Il taglio a sezione obbligata di porzione di solaio, compreso l'onere del taglio della parte di pavimento prevista in progetto, del sottofondo, dello sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica scarica, sarà compensato a metro quadrato.

Demolizione di controsoffitti

La demolizione di controsoffitti di qualsiasi tipo e natura, compreso l'onere del ponteggio, lo sgombero e il trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro quadrato di superficie demolita.

Dismissione di pavimenti e rivestimenti

La dismissione di pavimenti e rivestimenti interni quali marmi, piastrelle e simili, compresa la demolizione dell'eventuale sottostrato ed il trasporto a pubblica scarica del materiale di risulta sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc.

La dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, rivestimenti di gradini e simili, compreso la rimozione dello strato di malta/collante sottostante, lo sgombero dei detriti ed il trasporto del materiale di risulta a pubblica scarica, sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

Rimozione di infissi

La rimozione di infissi interni od esterni, compreso mostre, telai, falsi telai, succioli, cassonetti coprirullo, ed il trasporto a pubblica scarica del materiale inutilizzabile, sarà compensata a metro quadrato.

Rimozione di infissi da riutilizzare

La rimozione di infissi interni od esterni, compreso mostre e telai con la necessaria accortezza, da riutilizzare dopo eventuale trattamento, sarà compensata a metro quadrato.

Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro, ecc., ed il trasporto a pubblica scarica del materiale inutilizzabile sarà compensata a metro quadrato.

Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., ed il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile sarà compensata a corpo.

Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio

La dismissione e il rimontaggio di strutture in alluminio e vetri e simili sarà compensata a corpo.

27.4 Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni

Murature e tramezzi

Murature

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m².

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

Tramezzi

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m².

Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc., di qualsiasi oggetto sul paramento murario, saranno valutate a corpo.

Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

Acciaio per armature e reti elettrosaldate

Acciaio per c.a.

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., sarà valutato secondo

il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.

Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato. Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc, dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicato nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata :

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata

Massetto isolante

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensate a metro cubo.

Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

Lavori in metallo

Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.

Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

Controsoffitti e soppalchi

Soppalchi

I soppalchi in generale saranno valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

Controsoffitti piani

I controsoffitti piani di qualsiasi forma e materiale saranno pagati a metro quadrato secondo il tipo di materiale.

Nel prezzo è inclusa anche la struttura portante e/o di sospensione del controsoffitto.

Lavorazioni particolari sui controsoffitti

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti quali, ad esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici , ecc. saranno compensate a corpo.

Pavimenti e rivestimenti

Pavimenti

La posa in opera di pavimenti, di qualunque genere, sarà valutata a metro quadrato di superficie effettivamente eseguita. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

Zoccolino battiscopa

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, sarà valutata a metro lineare. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

Rivestimenti di pareti

La posa in opera di rivestimenti di piastrelle e simili verrà valutata a metro quadrato per la superficie effettivamente realizzata. Nel prezzo è compresa la posa in opera di eventuali pezzi speciali nonché la stuccatura finale delle eventuali fughe.

Intonaci

La fornitura e posa in opera di intonaci di qualsiasi tipo sarà compensata a metro quadrato di superficie effettiva, in generale escludendo i vuoti superiori ad un metro quadrato.

Tinteggiature, coloriture e verniciature

Pareti interne ed esterne

Le tinteggiature interne ed esterne di pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

Infissi e simili

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione sarà valutata a corpo, comprendendo la dismissione e ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

Opere in ferro semplici e senza ornati

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, si pagherà la superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno misurata su di una sola faccia, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

Opere in ferro con ornati

Per le opere in ferro con ornati, sarà computata due volte l'intera loro superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno, misurata con le norme e con le esclusioni di cui al punto precedente.

Serrande metalliche

Per le serrande metalliche si applicherà la norma di cui al punto precedente.

Infissi

Modalità di misurazione delle superfici

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci fra i telai.

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando la luce massima tra le mostre

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

Porte in legno

La fornitura e collocazione di porte interne o di ingresso sarà valutata a corpo, compreso telai, coprifili e ferramenta e maniglie.

Infissi in metallo

La fornitura e collocazione di infissi di alluminio, compreso telai, coprifili, ferramenta e maniglie. elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., sarà valutata a metro quadrato.

Pluviali e grondaie

Tubi pluviali

I tubi pluviali (in PVC, rame, ecc.) saranno valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e posa in opera di staffe o altri elementi di ancoraggio (in acciaio, rame).

Grondaie

Le grondaie (in PVC, rame, ecc.) saranno valutate a metro lineare di sviluppo lineare in opera, senza cioè tener conto nella misurazione delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe o altri elementi di ancoraggio (acciaio, rame).

27.5 Impianti elettrici

Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
 - b) la tensione nominale;
 - c) la corrente nominale;
 - d) il potere di interruzione simmetrico;
 - e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti (idrico-sanitario, elettrico, riscaldamento, climatizzazione, ecc.), predisposizione e formazione di fori, nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

27.6 Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti

Posa in opera di tubazioni

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

Pezzi speciali per tubazioni

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

Valvole, saracinesche

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

Pozzetti prefabbricati

I pozzetti prefabbricati saranno pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Caditoie prefabbricate

Le caditoie prefabbricate saranno pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Apparecchiature impianti

Le apparecchiature degli impianti saranno valutate a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

27.7 Opere stradali e pavimentazioni varie

Cigli e cunette

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a *metro cubo*, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al fratazzo.

Carreggiata

Compattazione meccanica dei rilevati

La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

Massicciata

La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della direzione dei lavori

verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo che avrà le dimensioni di 1,00 m x 1,00 m x 0,50 m.

All'atto della misurazione sarà in facoltà della direzione dei lavori di dividere i cumuli in tante serie ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Impresa avrà mancato all'obbligo della uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

Impietramento od ossatura

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s'intende compensata di tutti gli oneri ed obblighi necessari.

La misura ed il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera od in cataste.

Cilindratura di massicciata e sottofondi

Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata

La valutazione per le fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio e fondazioni in terra stabilizzata è sarà valutata a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti delle qualità e quantità prescritte dal capitolato, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per l'armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa ad ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- la eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto o richiesto dalla direzione dei lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente descritto.

Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - manti di conglomerato - pavimentazioni di cemento

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno compensati a metro quadrato di superficie trattata.

Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto od a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come su espresso. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno pagati a metro quadrato di superficie realizzata.

Pavimentazioni di marciapiedi

Le pavimentazioni di marciapiedi saranno compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

Soprastrutture stabilizzate

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso, in pozzolana stabilizzata con calce idrata, verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.

27.8 Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

27.9 Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

27.10 Trasporti

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

27.11 Opere a verde

Buche e fossi per la messa a dimora di piante

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante saranno compensati a metro cubo, ivi compreso il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

Terre e terricci

La terra da coltivo per il riempimento delle buche o dei fossi sarà pagata a metro cubo definitivamente sistemato a dimora.

Correttivi e concimi

I correttivi di sabbia, argilla, ecc. per la normalizzazione fisica dei terreni saranno compensati a metro cubo definitivamente steso e distribuito.

Annaffiamiento

L'annaffiamiento delle superfici erbose sarà pagata a metro quadrato di superficie trattata.

L'annaffiamiento delle siepi sarà compensato a metro lineare di siepe, bordura o filare annaffiato.

L'annaffiamiento delle alberature isolate sarà compensato a numero per ogni pianta annaffiata.

Raschiatura

La raschiatura sarà pagata a metro quadrato di superficie trattata.

Rasatura

La rasatura di tappeti erbosi sarà pagata a metro quadrato di superficie trattata.

Scerbatura

La scerbatura sarà pagata a metro quadrato di superficie trattata.

Seminagioni e piantagioni

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere necessario per la piantagione.

Nelle vimate è pure compreso ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

Prati

I prati saranno valutati secondo la superficie effettiva ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

Alberi e piante erbacee

Gli alberi e le piante erbacee saranno compensati a numero secondo la specie impiantata, compreso il primo annaffiamento, esecuzione della sconcatura, potatura, ecc.

Pali tutori

I pali tutori saranno pagati a numero per ogni palo definitivamente conficcato in opera ivi comprese le legature necessarie: provvisorie e definitive.

27.12 Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

27.13 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, sabbie

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche").

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 ("Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi") (dal 11/03/2000 sostituito dal D.M. Industria 12 luglio 1999, n.314), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2230.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%. L'Appaltatore dovrà inoltre mettere a disposizione della Direzione Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per gli intonaci, le stuccature e le murature a faccia vista dovrà avere grani passanti attraverso lo staccio 0,5, UNI 2332-1.

La sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968 e dall'All. 1 p.to 1.2. D.M. 9 gennaio 1996.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

27.14 Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte

1) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

2) Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti, aeranti, ritardanti, acceleranti, fluidificanti-aeranti, fluidificanti-ritardanti, fluidificanti-acceleranti, antigelo- superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme.

3) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative.

27.15 Materiali metallici

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate. In generale i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali. La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 9 gennaio 1996 relativo alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

L'acciaio utilizzato per la costruzione delle tubazioni, dei pezzi speciali e delle apparecchiature deve rispondere alla normativa UNI 6363/84, Circ. Min. 05/05/66, n. 2136 e Decreto Min. LL. PP. 12/12/85.

Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 5007-69. La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 3779-69.

Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 5649-71.

Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme:

- UNI 5744-66 Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.
- UNI 724573 Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici. Caratteristiche del rivestimento protettivo.

27.16 Tubazioni

Generalità:

La verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni) ed alla Norma UNI EN 1610.

A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura. Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali i giunti speciali. Insieme al materiale illustrativo, disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

Segnalazione delle condotte:

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante.

Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm. mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la D.L., in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

Tubi e pezzi speciali di Acciaio

I tubi e pezzi speciali dovranno corrispondere alle sopracitate prescrizioni ove applicabili, e dovranno essere dimensionati secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori. I tubi e i pezzi speciali di acciaio prima dell'applicazione del rivestimento protettivo dovranno essere sottoposti in officina alla prova idraulica, assoggettandoli ad una pressione tale da generare nel materiale una sollecitazione pari a 0,5 volte il carico unitario di snervamento. Per i pezzi speciali, quando non sia possibile eseguire la prova idraulica, saranno obbligatori opportuni controlli non distruttivi delle saldature, integrati da radiografie. Sui lotti di tubi e pezzi speciali saranno eseguiti

controlli di accettazione statistici, per accertarne le caratteristiche meccaniche, eseguiti secondo le indicazioni fornite dalla Direzione dei Lavori.

I tubi di acciaio dovranno corrispondere alle prescrizioni di qualità, fabbricazione e prova della Norma UNI 6363/84.

Saranno protetti internamente con primer bituminoso idoneo al contatto con acque potabili.

Saranno protetti esternamente con rivestimento pesante, da certificare e costituito da: un fondo di pellicola di bitume, uno strato protettivo di adeguato spessore di miscela bituminosa, prima armatura di strato di feltro di vetro impregnato di detta miscela bituminosa, finitura con pellicola di idrato di calcio.

Insieme con i tubi, dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.

Quando le esigenze del terreno lo impongono potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori rivestimenti di tipo speciale, da studiare e stabilire di volta in volta in relazione alle effettive esigenze d'impiego.

All'atto dell'ordinazione l'Impresa richiederà al fornitore il certificato di controllo secondo norme UNI.

I raccordi devono essere di acciaio, da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 10253.

Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione, circolari, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI 2276 e UNI 2229, o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI 2280 e UNI 2229.

Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e saranno lavorate e tornite secondo UNI 2279-67, avranno superficie di tenuta a gradino secondo UNI 2229-67.

I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettato devono essere conformi alla UNI 6609 e UNI 6610.

Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 20898 per la classe 4.8.

I raccordi ed i pezzi speciali di ghisa malleabile devono avere caratteristiche qualitative non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 1562 per la ghisa W-400-05 (a cuore bianco) o B-350-10 (a cuore nero) e caratteristiche costruttive conformi alla UNI-EN 10242.

Tubi in Polietilene ad alta densità PE100 (sigma 80)

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI 10910 (pr EN 12201 - 2) – UNI PLAST 402 – raccomandazioni Istituto Italiano dei Plastici – Circolare Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78 – DPR 236/88 – UNI EN 1622.

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovrà essere leggibile l'indicazione della sezione e della pressione nominale e la sigla dell'Istituto Italiano Plastici.

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni del pr EN 1555-5 e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;
- saldatura di testa, in accordo alla norma UNI 10910;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

I vari tipi di saldatura, concordati con la D.L., devono essere eseguiti esclusivamente da personale specializzato munito di certificato di abilitazione all'esecuzione di giunti saldati sui tubi di materia plastica, di cui alla UNI 9737: "Classificazione e qualifica dei saldatori per tubi di PE".

Le saldatrici devono essere costruite ed usate nel rispetto delle seguenti norme:

Norme CEI 107/1 - Norme generali di sicurezza per gli apparecchi elettrotermici d'uso domestico e similare, norme CEI 107/50 - Ferri per saldare e apparecchi similari - Norme particolari di sicurezza, norme CEI 64/8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.

Prima della saldatura, i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.

Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e della D.L.. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla D.L.. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della D.L..

Tubi di PVC rigido non plastificato

I tubi in policloruro di vinile (PVC) dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norme UNI EN 1401-1; dovranno essere forniti in barre della lunghezza di mt. 6, con giunto a bicchiere incorporato nella barra ed anello elastomerico di guarnizione.

I tubi, i raccordi e gli accessori di PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale di unificazione UNI e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 01/02/1975.

Si riportano le caratteristiche principali delle condotte:

DN	Spessore	Spessore	Spessore
Mm.	mm.	mm.	mm.
	SN2	SN4	SN8
110	---	3,2	3,2
125	---	3,2	3,7
160	3,2	4,0	4,7
200	3,9	4,9	5,9
250	4,9	6,2	7,3
315	6,2	7,7	9,2
355	7,0	8,7	10,4
400	7,9	9,8	11,7
450	8,8	11,0	13,2
500	9,8	12,3	14,6
630	12,3	15,4	18,4
710	13,9	17,4	---
800	15,7	19,6	---
900	17,6	22,0	---
1000	19,6	24,5	---

Le tubazioni dovranno presentare la superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti. La superficie interna della sezione dovrà essere compatta, esente da cavità o da bolle.

I tubi dovranno essere dritti ed a sezione uniforme, perfettamente sagomata e dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

Ceneri	- dall'esame chimico le ceneri non dovranno risultare di una quantità maggiore del 3 ÷ 4%;
Assorbimento acqua	- massimo consentito: 0,10 mg/cmq;
Resistenza all'urto	- a 0°C: massimo 10% di provette rotte;
Temperatura di rammollimento	- minimo 80° (grado VICAT).

27.17 TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E RACCORDI TUBI.

Trasporto.

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon e similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nella zona di contatto.

Si tenga presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura dei tubi di PVC; in tali condizioni, quindi, tutte le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, etc.) devono essere effettuate con la dovuta cautela.

Carico e scarico.

Queste operazioni, come per tutti gli altri materiali, devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati, né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo e scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

Accatastamento.

I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni ed inoltre i bicchieri stessi devono essere alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

In tal modo, i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro, lungo un'intera generatrice.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1,50 m., qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari direttamente con schermi opachi che consentono una regolare aerazione.

Raccordi ed accessori.

Questi pezzi devono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

27.18 dimensioni della trincea e prescrizioni di posa.

Per le dimensioni della trincea si rimanda all'articolo 1 del presente capitolo recante "*Collocamento in opera dei cavidotti – Norme generali*".

Scavo della trincea.

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare le quote di progetto del fondo dello scavo;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo, sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui eccessivo sviluppo potrebbe deformare il tubo in PVC;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e dei tubi, onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sul tubo già posato.

Nel caso di tubazione da porre in opera a diversi livelli nella stessa trincea e se la tubazione a livello superiore è di PVC, è opportuno scavare la massicciata e posare quindi il tubo di PVC a livello superiore su riempimento ben costipato.

Letto di posa e rinfianco.

Il fondo dello scavo e, più in generale, il terreno sul quale la tubazione è destinata a poggiare deve avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto.

Inoltre, durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi, occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno o di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare un'instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio, che agiscono sotto il livello dello scavo, in modo da evitare in definitiva che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di riinterro che circonda il tubo.

Sul fondo dello scavo, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, si sovrappone il letto di posa, costituito da materiali incoerenti, quali sabbia o terra vagliata che formi un piano uniformemente distribuito su cui appoggiare il tubo.

Il tubo verrà poi rinfiancato, ove non altrimenti indicato negli elaborati di progetto, per almeno 20 cm. per lato, fino al piano diametrale, quindi verrà ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 15 cm. misurato sulla generatrice superiore.

Per quanto riguarda il rinfianco, in considerazione della sua importante funzione di reazione alle sollecitazioni verticali e di ripartizione dei carichi attorno al tubo, è necessario scegliere con la massima cura il materiale incoerente da impiegare, preferibilmente sabbia, evitando quindi terre difficilmente costipabili (torbose, argillose, etc.) ed effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.

Ultimata questa operazione, si effettua il riempimento con materiale di risulta dello scavo, spurgato del pietrame grossolano superiore a 100 mm., per strati successivi non superiori a 30 cm. di altezza che devono essere costipati e bagnati, se necessario, almeno fino a 1 m. di copertura.

Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non deve essere inferiore a:

- 150 cm. per strade a traffico pesante
- 100 cm. per strade a traffico leggero.

Per valori di profondità inferiori, il ricoprimento deve essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e di ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente.

Per stabilire se la tubazione dopo il riinterro ha subito deformazioni o si fosse ostruita durante il corso dei lavori a causa della mancata osservanza da parte dell'installatore delle raccomandazioni sopra riportate, si può far passare tra un pozzetto e l'altro una sfera di diametro inferiore del 5% a quello interno del tubo impiegato.

27.19 GIUNZIONI E PEZZI SPECIALI.

Sistemi di giunzione.

I sistemi di giunzione sono i seguenti:

- tipo scorrevole;
- giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastometrica;
- giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto in PVC con tenuta mediante idonee guarnizioni elastometriche.

Esecuzione delle giunzioni.

Taglio dei tubi.

Il tubo va tagliato normalmente al suo asse, a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa.

L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere (sia del tipo scorrevole, sia del tipo non scorrevole) deve essere smussata secondo angolazione nel valore indicato dal fabbricante dei tubi, conservando all'orlo uno spessore variabile, crescente con i diametri, secondo i valori indicati anch'essi dal fabbricante.

Giunto del tipo scorrevole con guarnizione elastometrica.

A. Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;

B. Segnare sulla parete maschia del tubo una linea di riferimento, procedendo come segue:

- si introduce il tubo nel bicchiere fino al rifiuto, segnando la posizione raggiunta,
- si ritira il tubo di 3 mm. per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm.,
- si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento,
- si inserisce la guarnizione elastometrica di tenuta nell'apposita sede,
- si lubrifica la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, etc.),
- si infila la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

Condizioni di impiego.

Le condizioni di impiego dei tubi previste nella norma UNI EN 1401-1 sono le seguenti

- U = tubazioni interrate a distanza superiore ad 1 m. dalle abitazioni;
- D = tubazioni interrate entro le abitazioni ed esternamente fino alla distanza di 1 m. dalle abitazioni stesse e che possono resistere a scarichi caldi;
- UD = tubazioni idonee per entrambe le applicazioni.

Se le condizioni di carico e di posa dovessero risultare più gravose, si deve procedere a calcoli di verifica assumendo il carico di sicurezza a trazione di 100 Kg/cmq.

Pezzi speciali.

I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 7444-75.

E' importante predisporre fin dall'atto del montaggio della canalizzazione tutti i pezzi speciali indispensabili per l'allacciamento degli scarichi alla fognatura.

Se si rende necessario l'inserimento di un allacciamento non previsto in una canalizzazione già posata ed interrata, è opportuno seguire uno dei sistemi previsti al punto 3.

27.20 COLLEGAMENTI SPECIALI.

Collegamento ad opere d'arte.

Il collegamento a manufatti (quali pozzetti, impianti di trattamento, etc.) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica.

Questa è ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale di PVC o di altro materiale, reperibile in commercio.

Collegamenti con tubi di altri materiali.

Si esegue a mezzo di giunti del tipo Gibault o comunque con giunti ad azione meccanica, mai con operazioni termiche, tendenti ad adattare le dimensioni originali del tubo in PVC a quelle del tubo di altro materiale.

Innesti successivi e derivazioni.

Qualora si renda necessario effettuare un innesto nella tubazione di PVC già posata in opera, si dovrà procedere con uno dei seguenti sistemi:

- a) tagliare il tubo per una lunghezza uguale al pezzo speciale da inserire, più due volte il diametro;
 - inserire il pezzo speciale imboccandolo su una delle estremità del tubo tagliato
 - ricostruire la continuità della canalizzazione a mezzo di un tronchetto lungo quanto la restante interruzione, congiungendolo alle estremità con manicotti a bicchiere doppio scorrevoli.
- b) praticare nel tubo un foro previamente tracciato appoggiando (senza incollare) nella posizione adatta la diramazione con sella e seguendo il controllo interno della diramazione stessa con matita grassa;
- incollare, previa pulizia, sul tratto interessato il pezzo speciale a sella.

27.21 COLLAUDO.

Il collaudo di una tubazione in PVC per acque di scarico deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione.

Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa, mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare (di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza) attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle; o adottando altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

Qualora il collettore debba funzionare sotto carico, la prova consisterà nella messa in pressione dell'interno tratto, anche frazionando in più prove, al valore di 1,5 volte la pressione di esercizio mantenuta costante per 12 ore. Un apposito manometro registratore segnerà l'andamento della pressione durante la prova.

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN, e contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI.

Prima di procedere alla posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo avere un contatto continuo con il letto stesso.

I giunti di tipo rigido verranno impiegati solo quando il progettista lo riterrà opportuno. In questi casi si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo appositi giunti di dilatazione ad intervalli regolari in relazione alle effettive condizioni di esercizio.

Tubi di PVC con funzionamento in pressione

I tubi in pvc rigido per condotte in pressione dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1452.

27.22 Apparecchi idraulici

Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica
- Diametro nominale (DN)
- Pressione nominale (PN)
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Altre indicazioni supplementari possono essere previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature.

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla direzione lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla direzione lavori; dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione di contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano.

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla D.L..

L'amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

27.23 Guarnizioni per flange

Le guarnizioni impiegate negli acquedotti dovranno essere realizzate esclusivamente con materiale atossico, secondo la Circolare Min. Sanità 02/12/78 n. 102 "Utilizzo di materie plastiche con acqua potabile".

27.24 Elementi di laterizio e calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) dovranno corrispondere esattamente alle previsioni e prescrizioni progettuali.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 ("Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento").

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942-2.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature fino al limite rispondente alle prescrizioni del succitato D.M. 20 novembre 1987.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

E' facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.