REGIONE DELL'UMBRIA

S.S. 71 "UMBRO CASENTINESE"
TRATTO VARIANTE DI CASTIGLIONE DEL LAGO

AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO PRELIMINARE
A SEGUITO DELLA CONFERENZA DI SERVIZI

A - ELABORATI GENERALI
Relazione tecnica

S.T.E. s.r.l.
Structure and Transport Engineering
MANDATARIA
Ing. Eugenio Moroni
Ord. Ingg. Roma N. 10020

ABACUS
Società d'ingegneria
MANDANTE
Ing. Maurizio Serafini
Ord. Ingg. Perugia N. 938

S.T.E. Research s.r.l.
Structure and Transport Engineering Research
MANDANTE
Ing. Marco Temussi
Ord. Ingg. Perugia N. 888

RESPONSABILE DI PROGETTO: Ing. Francesco M. La Camera – Ord. Ingg. Roma N. 7290

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

	RESPONSABILI
COORDINAMENTO E INTEGRAZIONE ATTIVITA' SPECIALISTICHE	Ing. Francesco M. La Camera
PROGETTAZIONE STRADALE	Ing. Eugenio Moroni
STRUTTURE	Ing. Marco Temussi
GEOTECNICA	Ing. Giuseppe Ristaino
GEOLOGIA	Dott. Geol. Oliviero Lolli
SICUREZZA	Ing. Giancarlo Galvanin
IMPATTO AMBIENTALE	Ing. Maurizio Serafini
ANALISI ECONOMICHE	Ing. Maurizio Serafini
TRAFFICO	Ing. Stefano Ciurnelli

RIFERIMENTO ELABORATO	DIRETTORIO	FILE			DATA:	REVISIONE	
	codice commessa	unita'	n. progr.	rev.		n.	data
A-RGE-02-00		ARGE	02	00	APRILE 2016		
					SCALA: –		

REGIONE DELL'UMBRIA

VISTO

REDAZIONE	Ing. M. Temussi
VERIFICA	Ing. M. Temussi
APPROVAZIONE	Ing. F. La Camera

S.S. n° 71 "UMBRO CASENTINESE"
TRATTO VARIANTE DI CASTIGLIONE DEL LAGO

AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO PRELIMINARE
A SEGUITO DELLA CONFERENZA DI SERVIZI

RELAZIONE TECNICA

Responsabile di progetto: Ing. Francesco Maria La Camera

Progettisti:

STE s.r.l. *Roma* – Ing. Eugenio Moroni
ABACUS s.r.l. *Paciano (PG)* – Ing. Maurizio Serafini
STE Research s.r.l. *Perugia* – Ing. Marco Temussi

Aprile 2016

Indice

1 PREMESSE 4

2 STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO 6

2.1 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANO 6

2.2 CONCLUSIONI 22

3 VINCOLI ARCHEOLOGICI, AMBIENTALI, PAESAGGISTICI E STORICO-CULTURALI 24

3.1 DECRETO LEGISLATIVO N.42 DEL 2004 E S.M.I. 24

3.2 REGIO DECRETO N.3267 DEL 1923 27

4 TRACCIATO STRADALE 29

4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 29

4.2 TRACCIATO PLANMETRICO 29

4.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO 34

4.4 INTERSEZIONI 36

4.5 PIAZZOLE DI SOSTA 37

4.6 SEZIIONI TIPO 37

4.7 SEZIIONI TIPO 37

4.8 PAVIMENTAZIONE STRADALE 38

4.9 CORPO STRADALE 41

5 STRUTTURE E OPERE D'ARTE 42

5.1 INQUADRAMENTO GENERALE 42

5.2 PONTE SUL FOSSO PAGANICO 42

5.3 OPERE DI TRASPARENZA IDRAULICA 45

6 GEOLOGIA E GEOTECNICA 46

6.1 PREMESSA 46

6.2 GEOMORFOLOGIA 46

6.3 GEOLOGIA E GEOTECNICA 47

6.4 SISMICITÀ 48

6.5 IDROGEOLOGIA ED IDROLOGIA 48

6.6 CONCLUSIONI 52

6.7 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE 53

7 SISMICA 54
7.1 PREMESSA 54
7.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 54
7.3 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO 54
7.4 AZIONE SISMICA 55
8 IDROLOGIA E IDRAULICA 59
8.1 VALUTAZIONE DELLE PIOGGE 59
8.2 VALUTAZIONE DELLE PORTATE 61
8.3 VERIFICA DEI PRINCIPALI DISPOSITIVI IDRAULICI 63
8.4 VERIFICA ALLAGAMENTO DELLA CORSIA DELL'ASSE PRINCIPALE 64
8.5 VERIFICA DEI TOMBINI 65
8.6 VERIFICA DEI FOSSI IN TERRA 66
8.7 VERIFICA DELLE TUBAZIONI IN PEAD 67
8.8 OPERE DI TRASPARENZA IDRAULICA E FRANCO IDRAULICO IN CORRISPONDENZA DEL PONTE DI PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO DEL FOSSO PAGANICO 68
8.9 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA 69
9 INTERFRENZE 70
9.1 VALUTAZIONE DELLE PIOGGE 70
10 ESPROPRI 71
10.1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL DOCUMENTO 71
10.2 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO 71
10.3 CRITERI DI STIMA DELL'INDENNITÀ 71
10.4 STIMA DELL'INDENNITÀ 72
11 IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE 73
12 TRAFFICO 77
13 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI 83
14 GESTIONE DELLE TERRE 84
15 VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO 86

1 PREMESSE

L'incarico per la progettazione della variante alla S.S. n° 71 "*Umbro-Casentinese*" è stato affidato dalla Regione dell'Umbria all'Associazione Temporanea di Imprese formata da STE s.r.l. di Roma, Abacus s.r.l. di Paciano (PG), ed STE Research s.r.l. di Perugia, a seguito di gara pubblica svoltasi ai sensi della Legge 109/94 nel 2000.

L'incarico di progettazione si inquadrava nell'ambito della convenzione tra l'Ente Nazionale per le strade e gli Enti Locali (nello specifico, la Regione Umbria), che prevedeva un ruolo dell'Anas quale interlocutore tecnico per il gruppo di progettazione. Poiché successivamente è maturata la procedura di trasferimento della gestione della rete stradale minore alla Regione, tale ruolo di supervisione tecnica del progetto è stato assunto dalla Regione stessa.

Nel 2001 è stato redatto il Progetto Preliminare dell'infrastruttura, nel quale sono state analizzate 3 diverse soluzioni di tracciato, sottoposto ad approvazione in sede di conferenza di servizi. Tutti e tre i tracciati presentavano un andamento planimetrico approssimativamente parallelo alla linea ferroviaria Roma-Firenze che separa la sede storica della variante, con distanze variabili da questa, e quindi interessavano aree diverse dell'abitato periferico di Castiglione del Lago; i tracciati avevano comunque in comune i punti terminali della variante, posti sulla S.S. 71 in corrispondenza di due opere della ferrovia già esistenti, realizzati nel quadro degli interventi di eliminazione dei passaggi a livello della linea ferroviaria, costituite da un cavalcavia ferroviario nei pressi di *Casa Reattelli* e da un sottopasso ferroviario a servizio della strada comunale per Piana, in prossimità dell'aeroporto (*loc. Lido Rigutini*).

In base all'esito della conferenza di servizi è stato prescelto quale corridoio infrastrutturale uno dei tre tracciati; successivamente, una volta impostato il progetto definitivo e formulata la relativa stima delle opere, a seguito della contrazione del finanziamento disponibile, ridotto più volte nel corso del tempo, si è reso necessario procedere ad un approfondimento che ha portato a modificare sia alcuni aspetti dell'infrastruttura che l'estensione del tratto di variante attualmente realizzabile.

In sintesi:

- la tipologia della strada è stata modificata passando dalla sezione tipo C1 (ex tipo IV delle norme CNR) alla sezione tipo C2;
- le intersezioni, inizialmente previste a livelli sfalsati in base alle norme CNR, in accordo alle nuove norme (DM 5/11/2001) sono state modificate prevedendo sistematicamente intersezioni a raso con rotatoria: conseguentemente, si è passati da una soluzione in rilevato di altezza consistente ad una con rilevato di altezza estremamente ridotta, vantaggiosa sia dal punto di vista economico che dell'impatto visuale delle opere;
- la variante è stata limitata al tratto compreso tra la S.P. n. 454 di Pozzuolo e la strada comunale per Piana in prossimità del sottopasso ferroviario, utilizzando la stessa per il raccordo alla sede attuale della S.S. 71.

In base al nuovo disciplinare di incarico in data 28/1/2016, si è proceduto quindi alla redazione del presente "Aggiornamento del Progetto Preliminare", che recepisce le variazioni prima sinteticamente riportate, oltre ad alcune istanze formulate dagli Enti interessati, costituite in breve da:

- modifica dell'intersezione attuale tra la strada comunale per Piana e la S.P. n. 454 di Pozzuolo, tramite innesto di quest'ultima nella rotatoria tra la variante in progetto e la S.P. 454, previo opportuno ridimensionamento della rotatoria stessa;
- spostamento del tratto terminale del tracciato in posizione più accostata alla linea ferroviaria, in modo ottenere un corridoio infrastrutturale complessivo di ridotta larghezza, limitando al massimo il frazionamento delle aree agricole.

Nella presente Relazione Tecnica è riportato lo sviluppo degli studi tecnici specialistici del progetto preliminare, secondo quanto previsto dall'art. 19 del D.P.R. 207/2010 relativamente all'infrastruttura descritta nella Relazione Illustrativa.

2 STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO

2.1 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANO

Per comprendere le relazioni tra l'opera in progetto e il contesto territoriale in cui sarà inserita, sono stati analizzati gli strumenti della pianificazione territoriale relativi all'area di interesse. In primo luogo sono stati consultati il PRG (Piano Regolatore Generale) del Comune interessato dall'opera.

Il Piano Regolatore Generale è, oggi per definizione, lo strumento di pianificazione con il quale il Comune, sulla base del sistema delle conoscenze e delle valutazioni, stabilisce la disciplina urbanistica per la valorizzazione e la trasformazione del territorio comunale, definendo le condizioni di assetto per la realizzazione di uno sviluppo locale sostenibile e le modalità per la valorizzazione ambientale e paesaggistica

Nel Piano vengono riprese tutte le indicazioni e i vincoli di tutela degli strumenti sovraordinati (PUT, PTCP, PPR, Vincoli Paesaggistici, PAI)

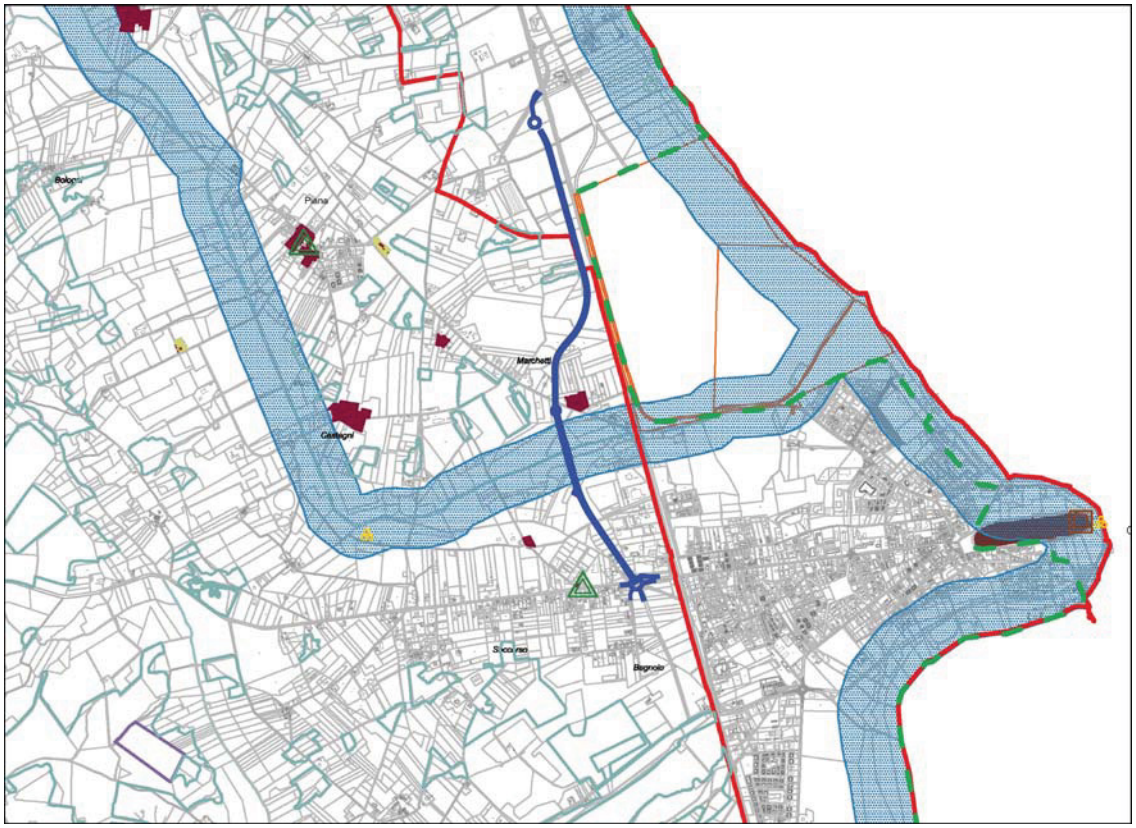


Figura 1 - Estratto PRG - Tav.G1 - Vincoli di tutela paesaggistico e storico culturali

n°5
Promontorio di Ca

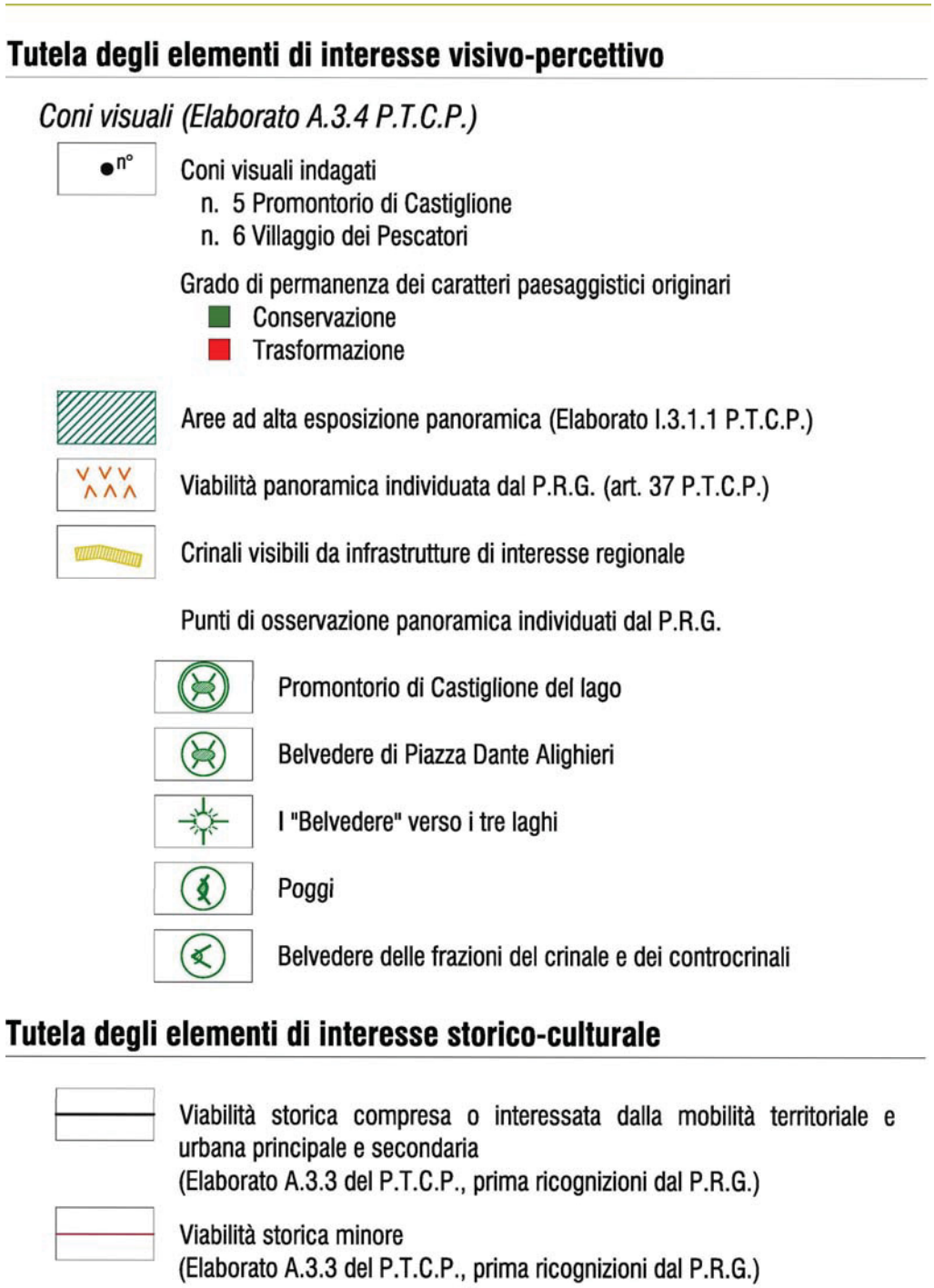


Figura 2 - PRG - Tav.G2 - Forme di tutela paesaggistica ai sensi del PTCP

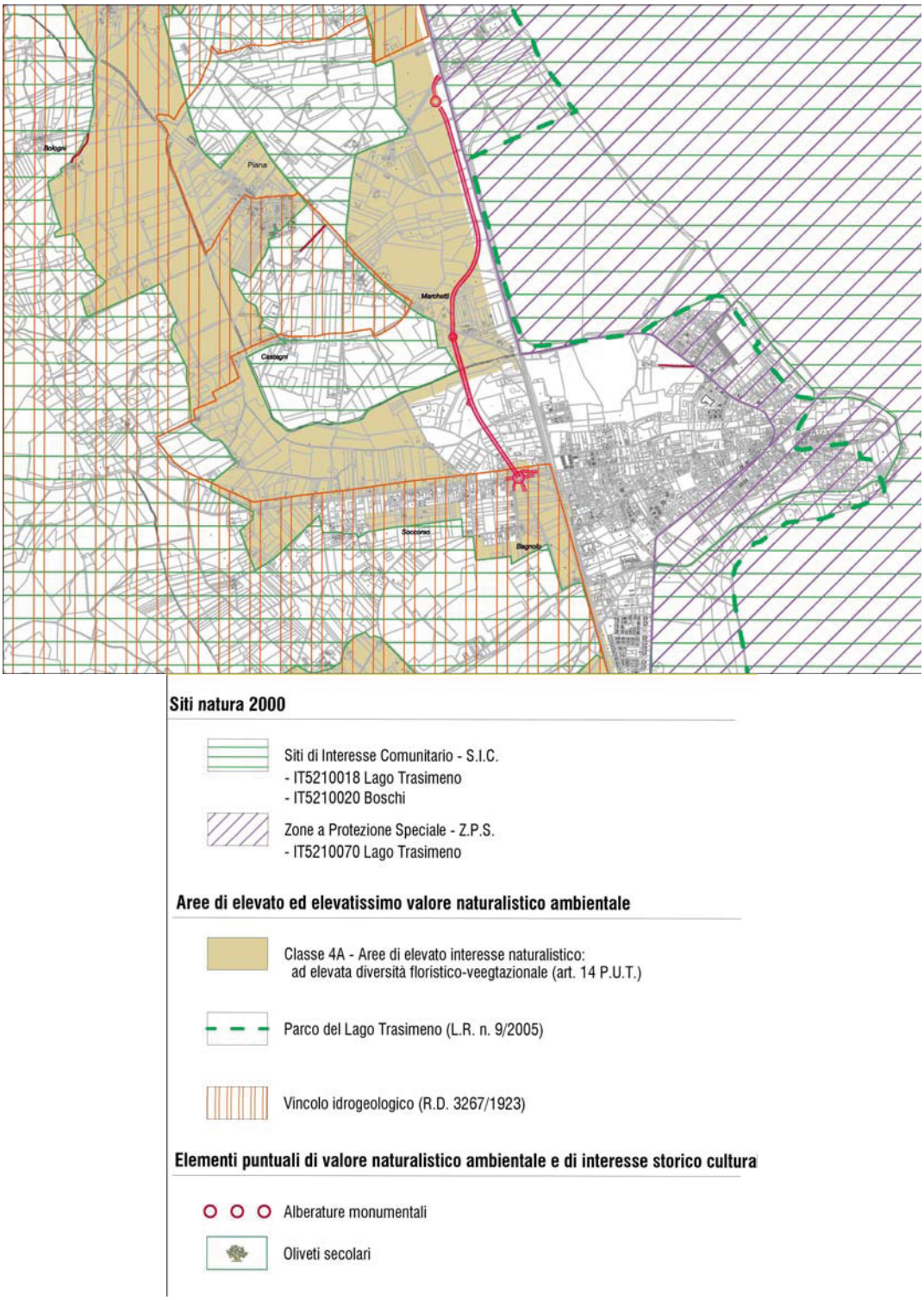


Figura 3 - PRG - Tav.G3 - Vincoli di tutela ambientale

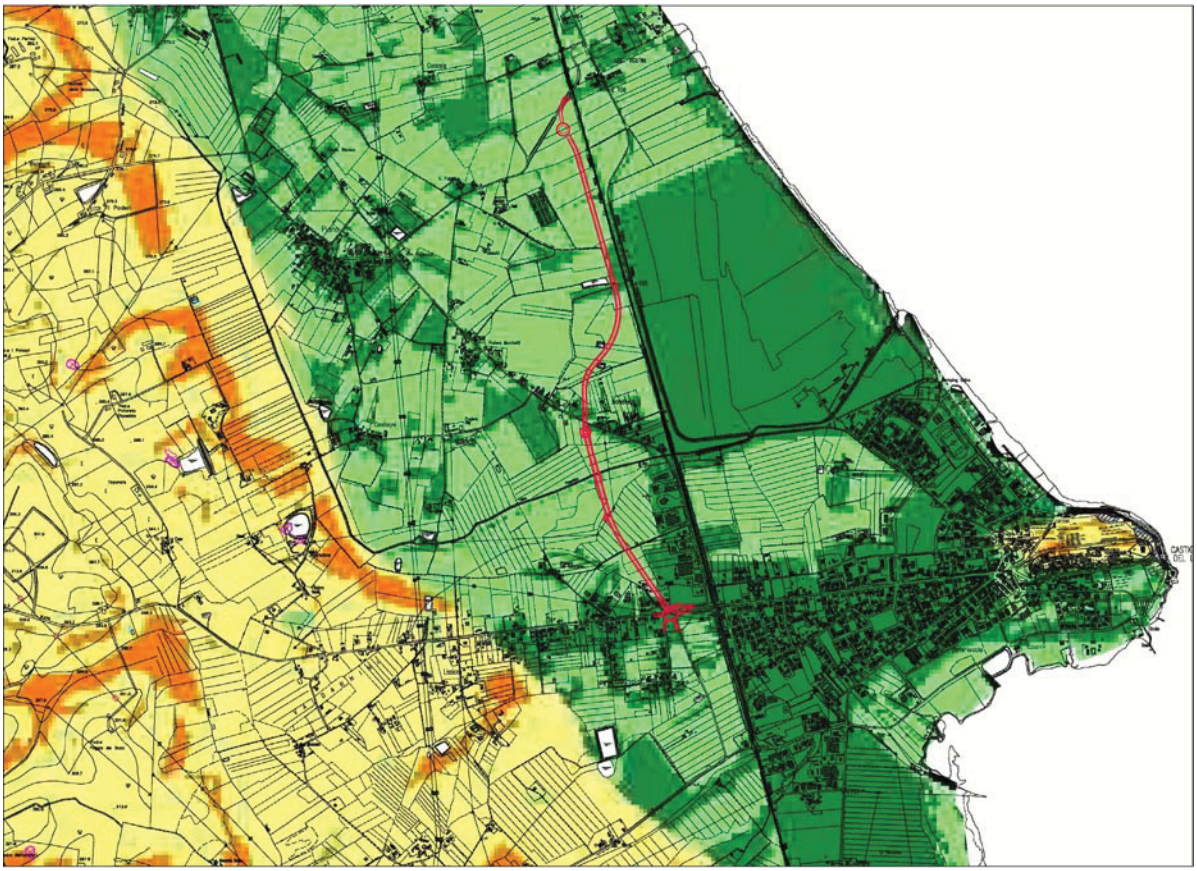
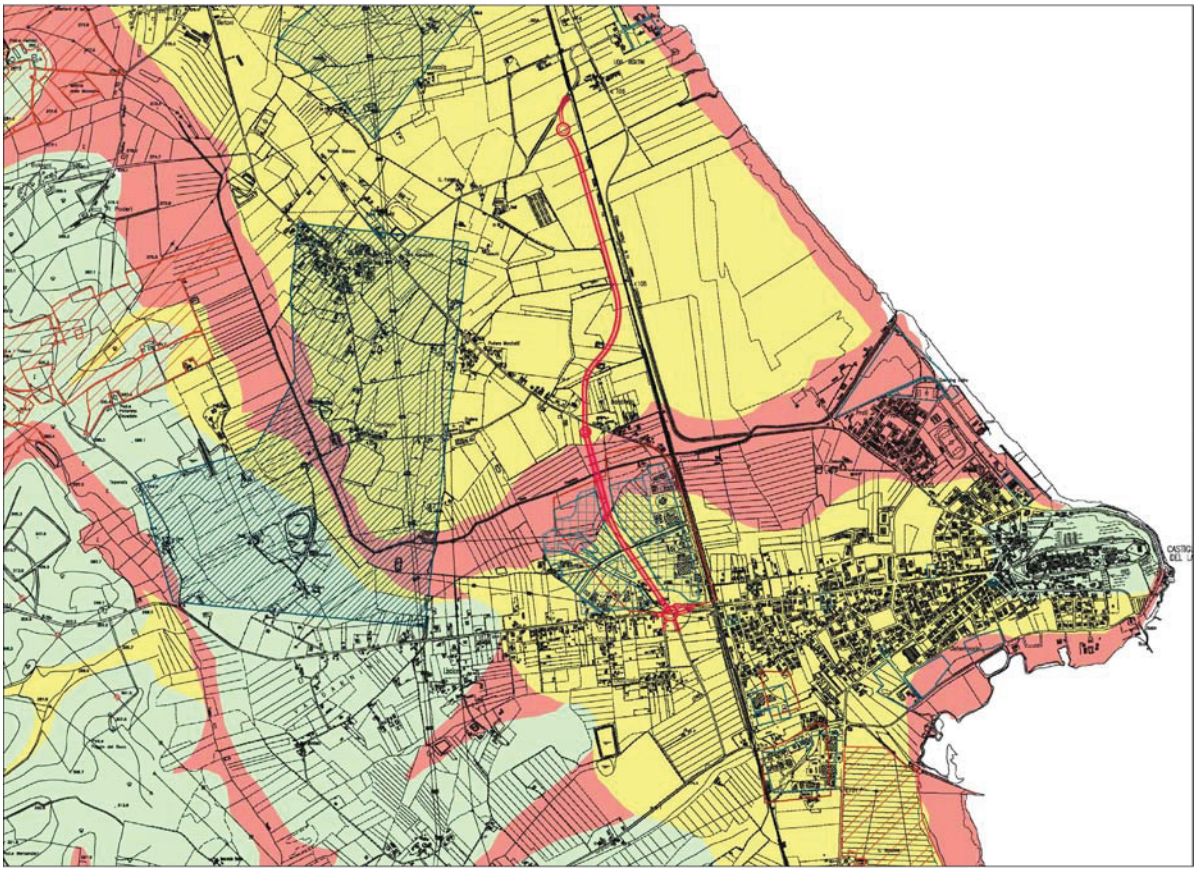


Figura 4 - Estratto PRG - Tav. G4 - Vincoli Geologici e Geomorfologici



Zone a vulnerabilità alta -V1

In tale classe rientrano gli areali in cui uno o più fattori naturali caratterizzano la vulnerabilità degli acquiferi che li ospitano e consentono percolazione e infiltrazione efficaci verso le falde sotterranee, anche attraverso le limitate coperture di tipo alluvionale, di spessori modesti o assenti.

In questa classe, a carattere di vincolo generale:

- per la realizzazione di scavi, sbancamenti ove non diversamente consentito, possono autorizzati previo studio idrogeologico ed esame del progetto che ne valuti la fattibilità;
- si dovranno prevedere adeguati dispositivi di protezione per le aree destinate a parcheggio e viabilità, con particolare riferimento alla realizzazione di presidi di impermeabilizzazione (vedasi normativa vigente), per evitare la contaminazione delle falde in caso di sversamento accidentale di prodotti inquinanti;
- sono vietati insediamenti produttivi potenzialmente inquinanti, a meno che non si dotino di reti e valide sistemi di limitazione del rischio in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche;

In tali aree deve essere evitato o comunque adeguatamente condizionato nell'ottica della piena salvaguardia delle risorse naturali, l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti:

- discariche di R.S.U. o di inerti, stoccaggio di sostanze inquinanti, rifiuti, depositi di idrocarburi, pozzi neri a dispersione, spandimenti di liquami, spandimenti di nuova concezione, ecc;
- attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze pericolose, sostanze radioattive, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;
- l'uso di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti nell'ambito dell'agricoltura di pianura intensiva e alle eventuali eccezioni potranno costituire oggetto di specifica regolamentazione e controllo avendo cura che, per i primi, i quantitativi usati siano solo quelli strettamente necessari e che, per i secondi, la pratica e la permanenza non siano eccessive.

Dovranno essere previste forme di monitoraggio delle sorgenti captate dalle falde (lasso di tempo intercorrente tra i punti di pozzo e sorgente misurati in giorni) al fine di verificare la compatibilità dell'uso con la qualità dell'acqua e del suolo. Dalla possibile che si riscontrino presenze di sostanze inquinanti, la stessa dovrà essere sospesa e limitata, clinico delle acque di superficie disciplina e queste limitazioni sono possibili eccezionalmente solo in seguito a specifici studi geologici ed idrogeologici che escludano qualsiasi pericolo di ulteriore alterazioni qualitative delle acque e che vengano approvati dalle autorità competenti. Tali studi dovranno valutare la vulnerabilità intrinseca delle falde, a tal fine e per casi particolari dovranno essere realizzate e gestite adeguate reti di monitoraggio misurando la permeabilità dei vari suoli, al di sopra dell'acquifero, calcolando sperimentalmente il "tempo di arrivo" di un generico inquinante idroveicolato e producendo un modello di previsione con modalità scientificamente aggiornate.

In queste aree la messa in opera di pali trivellati di fondazione e/o di scavi profondi è vietata, a meno che non si dimostri, attraverso specifici studi geognostici ed idrogeologici, che il livello piezometrico statico della falda è sufficientemente lontano dalla base dell'opera e che essa non generi pericolo di protezione. Tali studi idrogeologici e geognostici dovranno costituire parte integrante dei progetti da sottoporre all'Amministrazione Comunale per il rilascio del relativo atto abilitativo.

Nei corpi idrici superficiali ricadenti nelle zone classificate di classe 1 o comunque ad esse connessi, le caratteristiche qualitative delle acque dovranno rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite per le acque superficiali destinate alla produzione di acque potabile nella Tab. 1/A (classe A1) dell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06 e succ. Tale disposizione non si applica nei casi in cui le caratteristiche qualitative delle acque eccedano i limiti per cause naturali.

Nei corpi idrici da cui siano captate le reti urbane ed industriali sono dotati, se di nuova realizzazione, di opere e di impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al flusso in piena, nonché a cimentare l'evento di sbocco nei corpi ricettori all'impianto per un periodo minimo congruo ad evitare l'assunzione di condizioni di rischio con contaminazione ambientale. Tali opere ed impianti accessori sono realizzati anche nei casi di ristrutturazione od ampliamento delle reti esistenti che sono comunque adeguati entro 3 anni dall'approvazione del piano.

Le prescrizioni contenute nel presente articolo si applicano ed aggiornano quelle contenute nelle autorità competenti.

Il risparmio della attività agricole comunque da ritenersi sporadiche e legate alla presenza di piccoli insediamenti di tipo rurale, l'autorizzazione all'uso delle acque da sottoporre ogni anno, comprese quelle domestiche degli animali stessi, non deve superare l'assunto sopra per litro, così come previsto dal Regolamento Regionale n. 2 del D.Lgs. 152/06 salvo diverse limitazioni contenute in leggi e strumenti regolamenti.

Negli insediamenti urbani esistenti sono prive provenienti da reti separate dalle acque bianche, le nuove lottizzazioni e di tipo rurale dovranno essere allegate in manufatti a tenuta ed apposite vasche. Ove ciò non possibile, è da privilegiare il riutilizzo delle acque di riscaldamento (ad esempio mediante biomasse).

Come misure prudenziali si consiglia di limitare ulteriori carichi urbanistici interessanti in queste aree; eventuali previsioni dovranno comunque, sulla scorta di appositi specifici studi, dimostrare la compatibilità con gli obiettivi di tutela, quali-quantitativa, di cui alla presente disciplina. In tali zone, oltre alla adozione di misure tese ad evitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti, è comunque prevedono tipologie edilizie che non richiedano la realizzazione di piani di scavi profondi che creino vie preferenziali di infiltrazione e dal quale alle falde sottostanti escludendo da tale vincolo la parte pedologicamente superficiale di copertura della risorsa in prossimità di rispetto. Tali accorgimenti costruttivi verranno applicati a tutte le tipologie edilizie.

Zone a vulnerabilità bassa -V3

Si tratta di aree, unite all'interno di una unica matrice caratterizzati da vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi bassa o molto bassa.

1. le infrastrutture e le opere potenzialmente inquinanti sono ammesse con riserva, dovendosi comunque escludere il rischio di inquinamento, infrastrutture ed opere potenzialmente inquinanti potranno essere autorizzate, di norma, solo in seguito a specifiche indagini idrogeologiche finalizzate alla valutazione della locale situazione e rischio di inquinamento o alla progettazione /gestione delle opere di salvaguardia.

2. La bassa permeabilità delle rocce raggruppate in questa unità non consente il trasferimento idrovodicolato dell'inquinante e quindi rende limitato il rischio di inquinamento di risorse idriche che in ogni caso sono di modesta importanza; non è previsto nessun vincolo per le attività insediate o da insediare, fatte salve le verifiche puntuali.

3. *In queste aree, si prevede a livello generale:*
- non sussistono vincoli per le attività insediate o da insediare fatte salve le verifiche puntuali
- non sono previste limitazioni d'uso per il suolo salvo che per il controllo del ruscellamento superficiale verso aree a vulnerabilità più elevata, nel quale caso le acque superficiali devono rispettare le condizioni di qualità indicate dal D. Lgs 152/06, Del. G.R. 1171/07 e succ.
- si dovranno prevedere adeguati interventi di impermeabilizzazione per le aree destinate a parcheggio o manovra di mezzi o comunque delle aree dove esiste pericolo di inquinamento (vedasi la normativa vigente), prevedendo contestualmente sistemi di raccolta delle piovane con trattamento di "prima pioggia".

4. *Per quanto di riferimento alla gestione degli scarichi dei reflui si prevede:*
- la richiesta smaltimento di reflui nel suolo deve essere preceduta da studio idrogeologiche che ne valuti la fattibilità e documentato con indagini puntuali la reale profondità della falda in periodo di magra e di piena (estate inverno)
valutando tra l'altro il dato di K e T locale previo opportune prove di percolazione;
- gli scarichi in acque superficiali deve essere garantito che, in tutte le condizioni di portata dei corsi d'acqua, siano rispettate le prescrizioni indicate dalle normative vigenti
- porre attenzione allo smaltimento per dispersione delle case isolate, prevedendo sistemi compatibili con le condizioni idrogeologiche locali
- valutare sempre in fase di progettazione dell'impianto le condizioni litostratigrafiche della porzione superficiale dei suoli, verificando la presenza di possibili interposizioni di terreni a bassa permeabilità; in tali condizioni lo studio idrogeologico dovrà valutare la piena fattibilità onde evitare impaludamenti superficiali
- verificare i valori di K indotti (prodotti di infiltrazione o vie preferenziali d'infiltrazione) previo opportune prove di permeabilità.

5. *Per quanto di riferimento alla gestione delle opere di emungimento si prevede:*
- per la realizzazione di nuove opere di emungimento, le relative aree di rispetto devono essere accompagnate da studi geologici volti ad accertare la compatibilità con l'acquifero con altre opere di captazione presenti nel cono di assorbimento dell'opera;
- le opere dovranno rispettare rigidi criteri costruttivi tesi alla salvaguardia dell'acquifero;
- durante la fase di realizzazione delle opere di captazione, dovranno essere prese cautele nella gestione delle acque di perforazione e dei reflui in genere allo scopo di evitare lo sviluppo di eventi contaminanti della falda locale
- per quanto riguarda le opere di captazione destinate al consumo umano ed erogate tramite acquedotti di interesse alla collettività, sono definite dalle normative vigente Zone di tutela assoluta aventi un raggio di almeno 10 metri intorno all'opera di presa, adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio e Zone di rispetto sono costituite dalla porzione di territorio circostante la zona da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. Per quanto di riferimento alle opere di presa di pubblico interesse, vale una zona di rispetto di 200 m. dall'opera con le prescrizioni e vincoli previsti dalla normativa vigente.

6. *Ai fini della tutela e protezione della qualità delle acque sotterranee in tutte le fasi di pianificazione, progettazione, esecuzione e collaudo delle opere finalizzate alla captazione delle acque sotterranee, devono essere adottati i seguenti criteri generali:*

a) non è consentita la costruzione di opere che permettano la comunicazione tra falde, in particolare tra quelle superficiali e quelle profonde;
b) devono essere in ogni caso sempre adottate le migliori tecnologie disponibili per l'isolamento della falda captata dalla superficie del terreno;
c) la portata di esercizio deve tenere conto delle reali potenzialità della falda e della capacità di ricarica della stessa;
d) le opere di captazione di acque sotterranee destinate a qualsiasi uso devono essere dotate di adeguati strumenti di misurazione dei volumi delle acque prelevate, opportunamente sigillati e posizionati al punto di presa in modo da essere facilmente accessibili alle autorità preposte al controllo.

In queste zone, si prevede:

1. Per la realizzazione di scavi, sbancamenti ove interferiscano con la falda, possono autorizzare previo studio idrogeologico allegato al progetto, o comunque il piano di posa strutturale deve essere collocato sopra il livello di massima escursione della falda (da accertare con indagini puntuali);
2. È vietato lo smaltimento di reflui nel suolo se non sarà documentata con indagini puntuali la reale profondità della falda in periodo di magra e di piena (estate-inverno);
3. Sono vietati insediamenti produttivi potenzialmente inquinanti, a meno che tali insediamenti si dotino di reali e validi sistemi di limitazione del rischio [illegible]

Zone a vulnerabilità media -V2

Si tratta di aree, unite all'interno di una unica matrice caratterizzati da vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi media.

1. *In queste aree, si prevede a livello generale:*
- per la realizzazione di scavi, sbancamenti ove interferiscano con la falda, possono autorizzarsi previo studio idrogeologico allegato al progetto che ne valuti la fattibilità;
- si dovranno prevedere adeguati interventi di impermeabilizzazione per le aree destinate a parcheggio o manovra di mezzi o comunque delle aree dove esiste pericolo di inquinamento (vedasi la normativa vigente), prevedendo contestualmente sistemi di raccolta delle piovane con trattamenti di "prima pioggia";
- sono vietati insediamenti produttivi potenzialmente inquinanti, a meno che non si dotino di reali e validi sistemi di limitazione del rischio in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche.

2. In tali aree deve essere evitato l'insediamento di attività o infrastrutture potenzialmente inquinanti o da autorizzare con opportune opere di tutela, da escludersi pascolo e allevamento;

3. Forte limitazione nello spandimento di reflui e divieto di accantonamento e stoccaggio di materiali inquinanti;

4. Aree industriali esistenti o future dovranno adeguare le superfici pavimentate con sistemi di collettamento delle acque meteoriche in modo da eliminare le acque di primo dilavamento (prima pioggia), cisterne (del regolamento) alimentate solo da pluviali e non con l'acqua dei piazzali. Eventuale drenaggio sulla superficie permeabile (anche nulla), e in conclusione sia in area effettivamente non trasformabile o non interessabile da immissioni accidentali di qualsiasi sostanza; dirimpetto queste limitazioni sono possibili in seguito a specifici studi geognostici ed idrogeologici che accertino o dimostrino situazioni locali di minore vulnerabilità intrinseca delle falde. A tal fine e per casi particolari dovranno essere realizzate e lasciate disponibili strumentazioni di monitoraggio, misurando la permeabilità ai livelli posti al di sopra dell'acquifero, calcolando sperimentalmente il "tempo di arrivo" di un generico inquinante idroveicolato e producendo un modello di previsione con modalità scientificamente supportate.

5. I depuratori di reflui urbani ed industriali sono dotati, se di nuova realizzazione, di opere e di impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al fermo impianti, nonché a garantire l'eventuale stoccaggio dei reflui addotti all'impianto per un periodo minimo di 24 ore. Tali opere ed impianti accessori sono realizzati anche nei casi di ristrutturazione o ampliamento dei depuratori esistenti.

5. Opere ed impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento delle falde sono da prevedersi anche per la realizzazione di:
- impianti di stoccaggio e di trattamento di rifiuti, ivi compresi quelli di origine zootecnica;
- impianti di raccolta, stoccaggio e trattamento di rottami;
- centri di raccolta, demolizione, rottamazione di autoveicoli, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici;
- attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze nocive, sostanze radioattive, prodotti e sostanze chimiche pericolose, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;
- tubazioni di trasferimento di liquidi diversi dall'acqua.

In tali aree devono essere limitati allo stretto necessario i nuovi impegni di suolo a fini insediativi e infrastrutturali.

7. La perforazione di pozzi è soggetta al rispetto delle buone norme

8. Nei corpi idrici superficiali, le caratteristiche qualitative delle acque devono rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite per le acque per salmonidi della Tab. 1/B dell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06

9. Negli insediamenti urbani, sia in fase di ristrutturazione e/o recupero, sia in fase di nuova edificazione e di cambiamento di destinazione d'uso in abitativo e/o produttivo sono presi provvedimenti tesi a limitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti, le nuove fognature e le eventuali fosse biologiche sono alloggiate in manufatti a tenuta ed ispezionabili. In tali zone, oltre alle adozione di misure tese ad evitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti, i comuni prevedono tipologie edilizie che non richiedano la realizzazione di palificate o di scavi profondi che creino vie preferenziali di infiltrazione dal suolo alle falde sottostanti escludendo da tale vincolo la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o riporto.

10. Le pratiche agricole devono assumere come riferimento le buone pratiche agricole.

11. Ovunque possibile, è da privilegiare il teleriscaldamento od il riscaldamento a gas metano, biomasse

12. *Per quanto di riferimento alla gestione degli scarichi dei reflui si prevede:*
- la richiesta smaltimento di reflui nel suolo deve essere preceduta da studio idrogeologiche che ne valuti la fattibilità e documentato con indagini puntuali la reale profondità della falda in periodo di magra e di piena (estate inverno)
valutando tra l'altro il dato di K e T locale previo opportune prove di percolazione;
- gli scarichi in acque superficiali deve essere garantito che, in tutte le condizioni di portata dei corsi d'acqua, siano rispettate le prescrizioni indicate dalle normative vigenti
- porre attenzione allo smaltimento per dispersione delle case isolate, in quanto si potrà procedere sia con la semplice sub-irrigazione ove consentito dalla normativa vigente che (consigliabile) progettando sistemi alternativi
- valutare sempre in fase di progettazione dell'impianto le condizioni litostratigrafiche della porzione superficiale dei suoli, verificando la presenza di possibili interposizioni di terreni a bassa permeabilità; in tali condizioni lo studio idrogeologico dovrà valutare la piena fattibilità onde evitare impaludamenti superficiali

13. *Per quanto di riferimento alla gestione delle opere di emungimento si prevede:*
- per la realizzazione di nuove opere di emungimento, le relative aree di rispetto devono essere accompagnate da studi geologici volti ad accertare la compatibilità con l'acquifero con altre opere di captazione presenti nel cono di assorbimento dell'opera;
- le opere dovranno rispettare rigidi criteri costruttivi tesi alla salvaguardia dell'acquifero
- durante la fase di realizzazione delle opere di captazione, dovranno essere prese cautele nella gestione delle acque di perforazione e dei reflui in genere allo scopo di evitare lo sviluppo di eventi contaminanti della falda locale
- per quanto riguarda le opere di captazione destinate al consumo umano ed erogate tramite acquedotti dell'ente gestore alla collettività, sono definite dalla normativa vigente Zone di tutela assoluta aventi un raggio di almeno 10 metri intorno all'opera di presa, adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio e Zone di rispetto sono costituite dalla porzione di territorio circostante la zona da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretto e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell'opera e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. Per quanto di riferimento alle opere di presa di pubblico interesse, vale una zona di rispetto di 200 m. dall'opera con le prescrizioni e vincoli previsti dalla normativa vigente.

14. *Ai fini della tutela e protezione della qualità delle acque sotterranee in tutte le fasi di pianificazione, progettazione, esecuzione e collaudo delle opere finalizzate alla captazione delle acque sotterranee, devono essere adottati i seguenti criteri generali:*

a) non è consentita la costruzione di opere che permettano la comunicazione tra falde, in particolare tra quelle superficiali e quelle profonde;
b) devono essere in ogni caso sempre adottate le migliori tecnologie disponibili per l'isolamento della falda captata dalla superficie del terreno;
c) la portata di esercizio deve tenere conto delle reali potenzialità della falda e della capacità di ricarica della stessa;
d) le opere di captazione di acque sotterranee destinate a qualsiasi uso devono essere dotate di adeguati strumenti di misurazione dei volumi delle acque prelevate, opportunamente sigillati e posizionati al punto di presa in modo da essere facilmente accessibili alle autorità preposte al controllo.

In queste zone, si prevede:

1. Per la realizzazione di scavi, sbancamenti ove interferiscano con la falda, possono autorizzarsi previo studio idrogeologico allegato al progetto, o comunque il piano di posa strutturale deve essere collocato sopra il livello di massima escursione della falda (da accertare con indagini puntuali);
2. È vietato lo smaltimento di reflui nel suolo se non sarà documentata con indagini puntuali la reale profondità della falda in periodo di magra e di piena (estate-inverno);
3. Sono vietati insediamenti produttivi potenzialmente inquinanti, a meno che tali insediamenti si dotino di reali e validi sistemi di limitazione del rischio in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche;
4. Ove non è possibile collettare i reflui ad impianti di depurazione controllata, si consiglia di per lo smaltimento delle case isolate, l'uso se fattibile di sistemi di depurazione alternativa a sub-irrigazione e pozzi assorbenti.
5. Si dovranno impermeabilizzare le grandi aree destinate a parcheggio o manovra di mezzi, in quanto più inquinanti, prevedendo contestualmente sistemi di raccolta delle piovane con trattamenti di "prima pioggia".

15. Vige inoltre il PTCP che all'art. 15 punto 8b) recita che essendo inoltre aree caratterizzate da vulnerabilità degli acquiferi da media ad alta, dovranno essere revisionate le normali pratiche agronomiche al fine di prevenire la dispersione di fitofarmaci e nutrienti nell'acquifero, seguendo gli orientamenti del "codice di buona pratica agricola" (Dir. CEE 91/676). Deve essere limitato lo spandimento dei liquami zootecnici. Non devono effettuarsi scarichi di sostanze inquinanti in acque superficiali o deve essere comunque garantito che nelle zone in cui il corso d'acqua interagisce con le falde anche vengano rispettate le condizioni di qualità indicate nell'all. III del D.Lgs. 152/2006, nella Del.G.R. 1171/07 e succ.

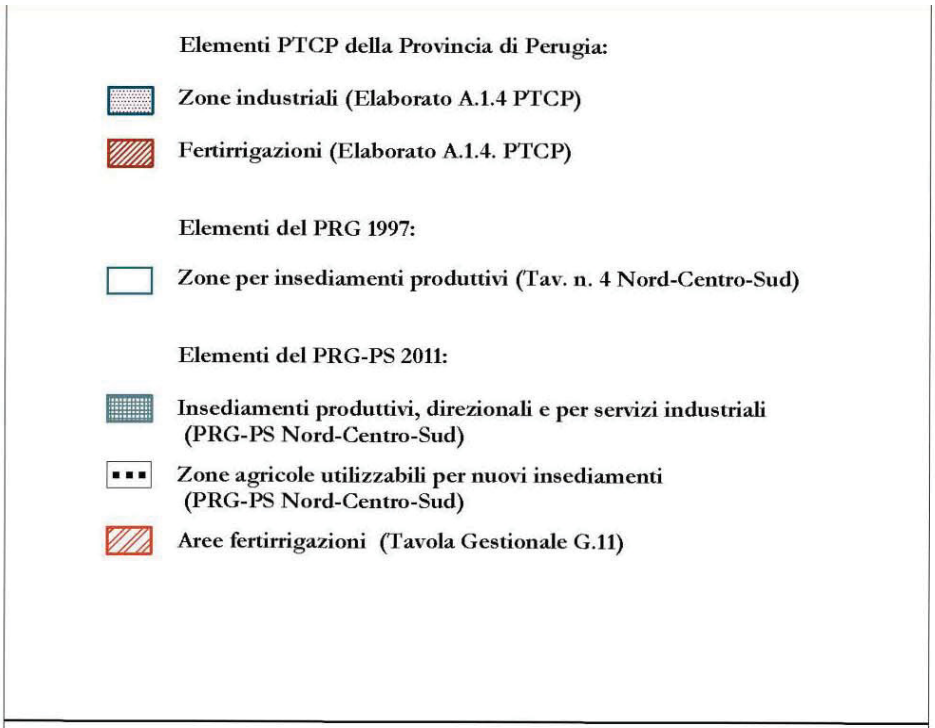
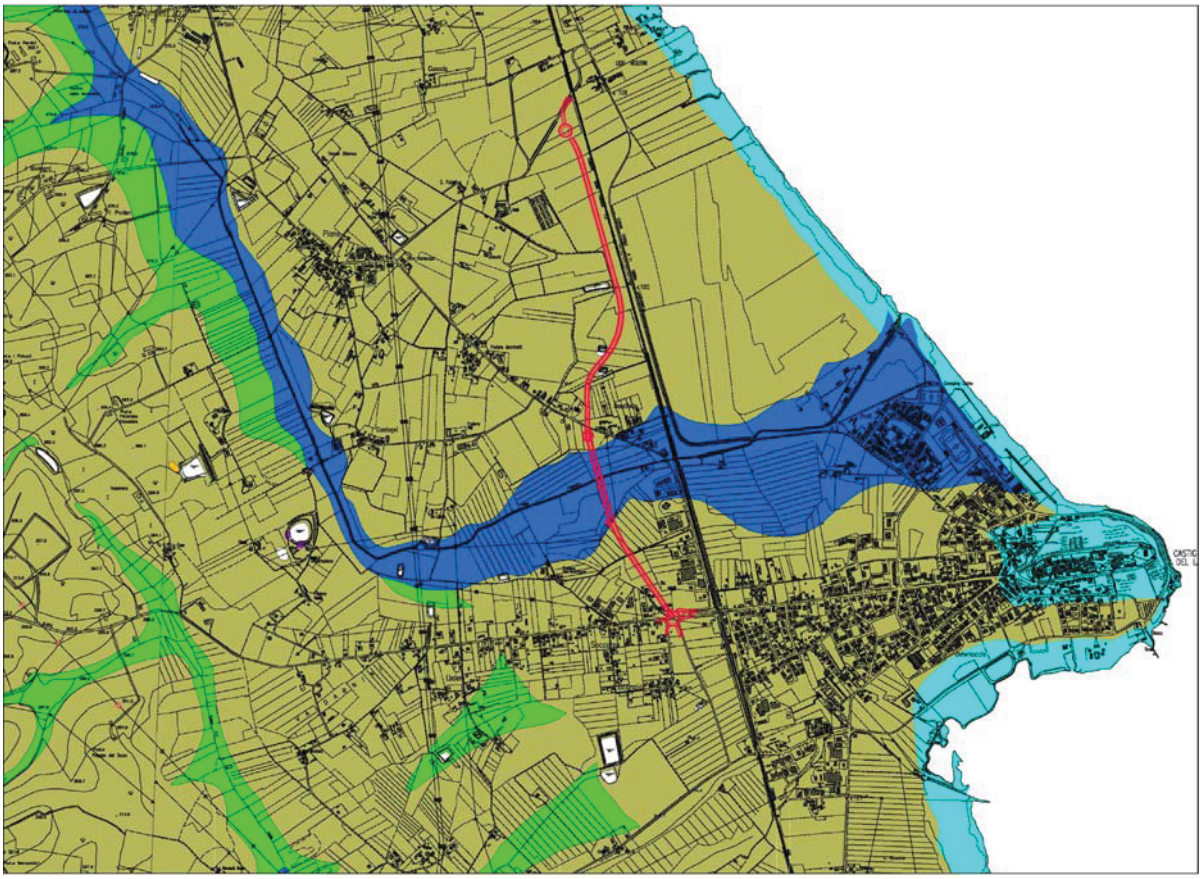


TABELLA DI CLASSIFICAZIONE CON RIFERIMENTO AL P.T.C.P.

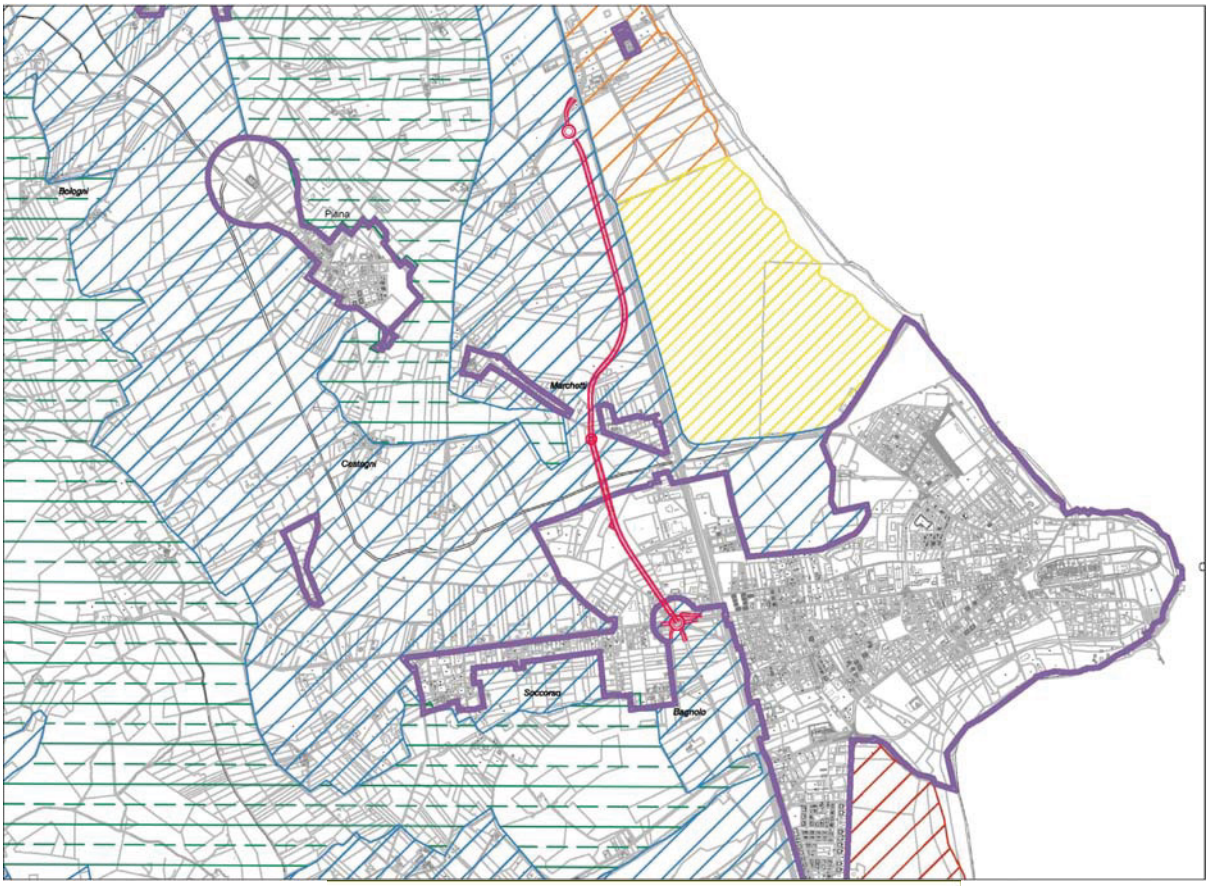
CLASS. P.T.C.P.	TIPOLOGIA	N.T.A. P.T.C.P.	LITOLOGIE	CLASS. P.R.G.
Molto elevata Elavata	Aree alluvionali indicate nelle carte GNDCI-CNR e dal PTCP	Art. 15 comma 5a	Alluvioni	Alta - V3
Alta		Art. 15 comma 5b		
Media	Aree alluvionali e collinari	Art. 15 comma 5b	Alluvioni, rete acquifera in formazioni litoidi fessurate	Media - V2
Bassa Molto Bassa	Territorio tutto	Art. 15 comma 5c	Depositi Flucio-Lacustri	Bassa - V1

Figura 5 - Estratto PRG - Tav.G5 - Vulnerabilità degli acquiferi _Legenda



1	Area caratterizzata da movimenti franosi attivi
2	Area caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
3	Area potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
4	Aree con terreni di fondazione particolamente scadenti (riporti pocoaddensati, terreni granulari fini con falda superficiale)
6	Area di fondovalle con depositi alluvionali
7	Area pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione
9	Zona dei depositi delle unità sintemiche non diversamente classificate
14	Aree stabili non suscettibili di amplificazioni locali

Figura 6 - Estratto PRG - Tav.G6 - Pericolosità sismica



Piano Stralcio per il Lago trasimeno, 2001
redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Vincolo di tutela dell'assetto geo-morfologico

Ambito circumlacuale e delle isole

B1 - zone agricole di riqualificazione ambientale

B2 - zone ad usi misti e frammentati

B3 - zone di riserva naturale

Ambito basso collinare

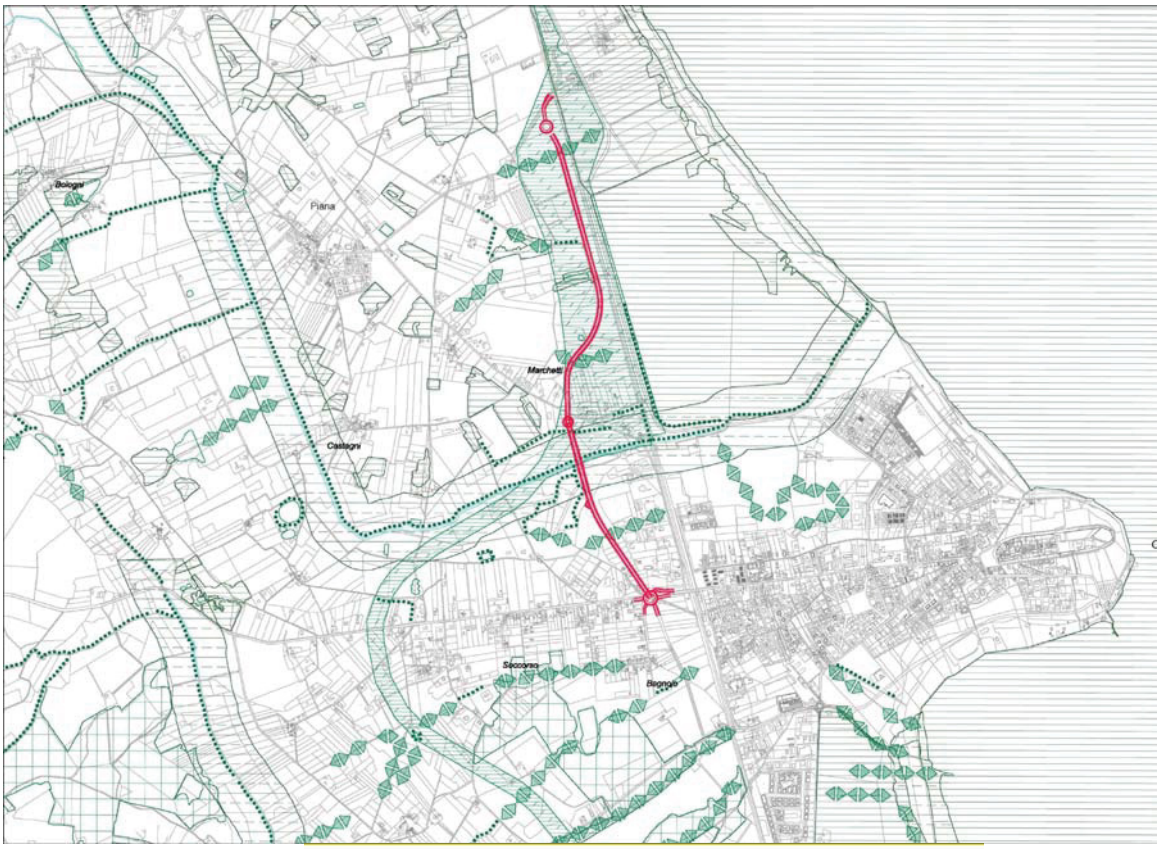
C1 - zone della pianura irrigua

C2 - zone del Sito di interesse comunitario

Ambito insediamenti

F - zone aree urbane

Figura 7 - Estratto PRG - Tav.G7 - Piano stralcio PAI ps2 - Lago Trasimeno



Rete Ecologica Locale (R.E.L.)

I° livello

Aree di nucleo primarie

Connettività primaria

II° livello

Aree di nucleo secondarie

Connettività secondaria

Componenti di integrazione della connettività ecologica

Corridoi di connettività ecologica

Corridoi di mitigazione ecologica dalle infrastrutture

Corridoio diffuso della campagna di Carraia

Figura 8 - PRG - Tav.G9 - Rete ecologica

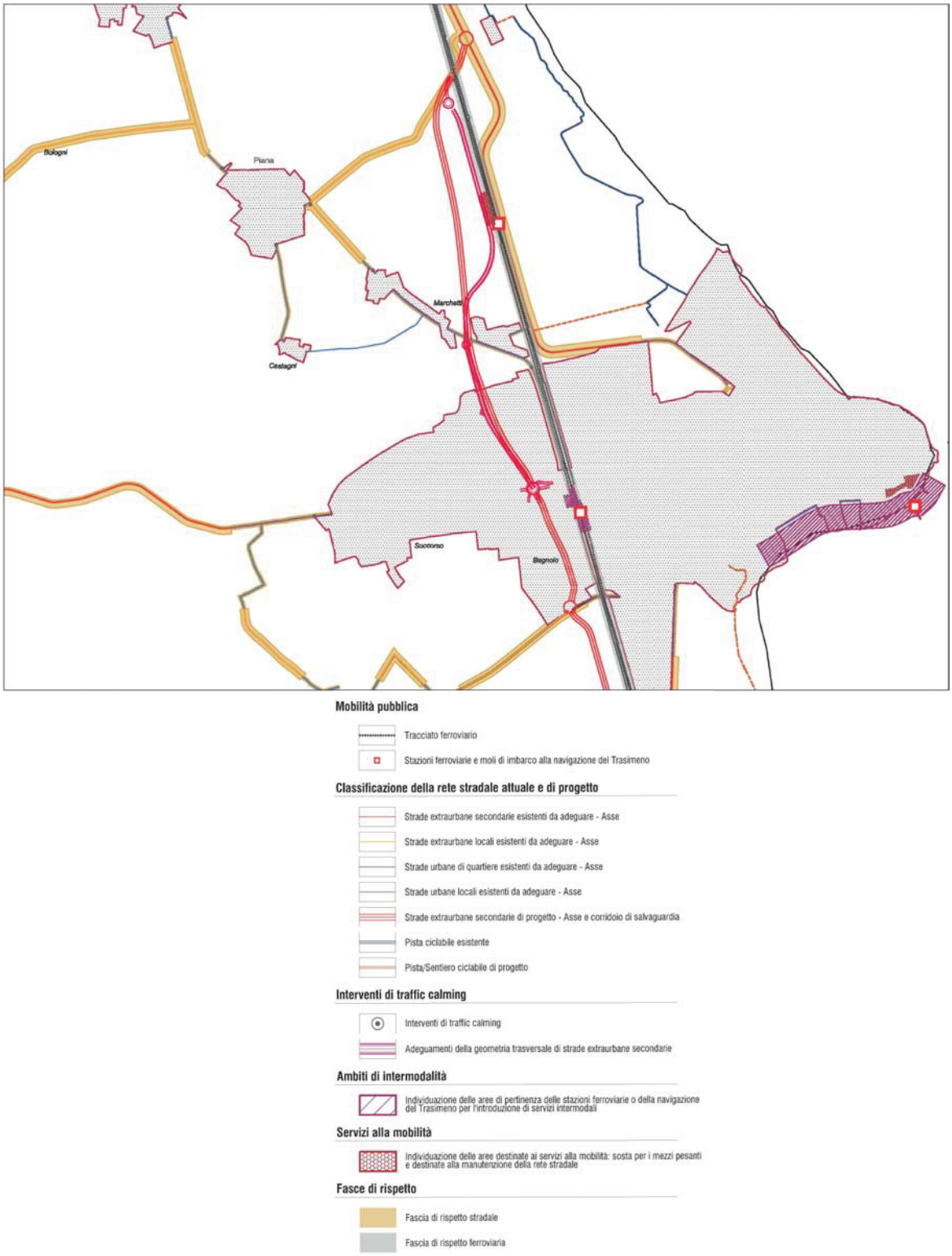
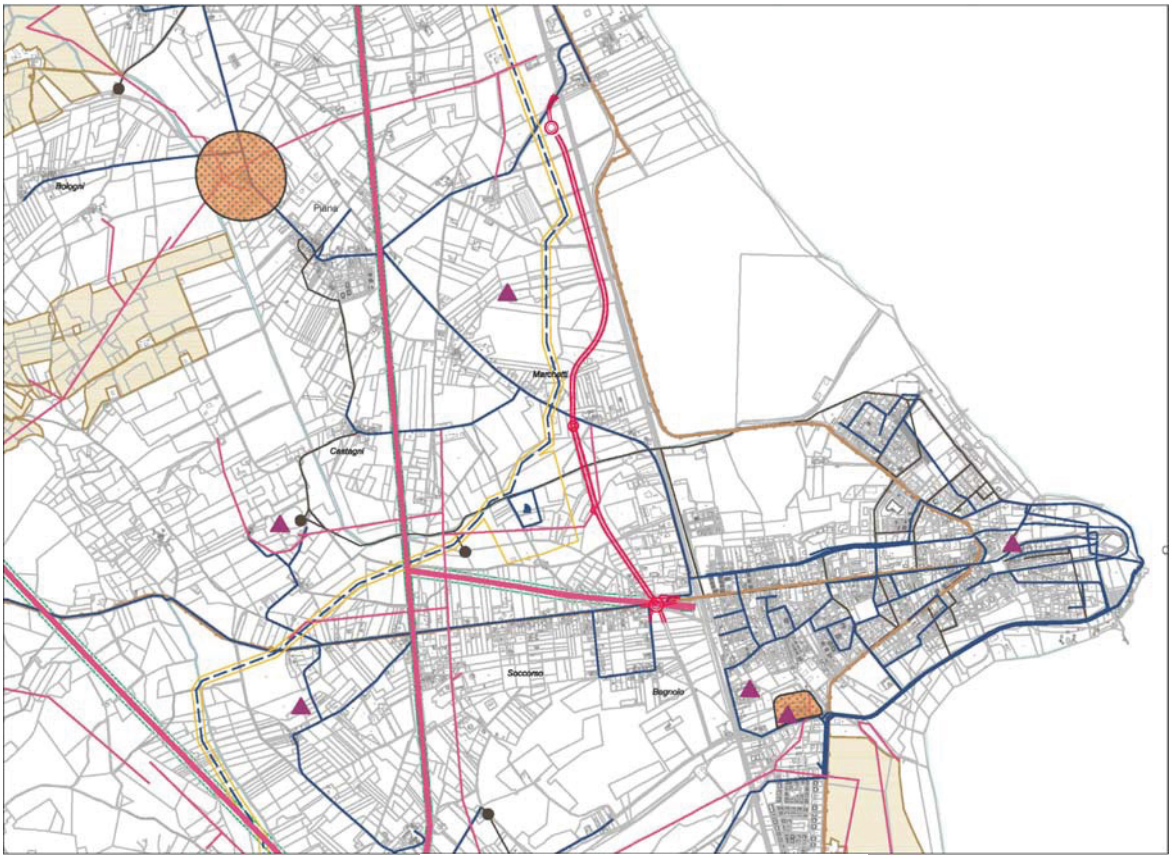


Figura 9 - PRG - Tav.G10 - Rete infrastrutturale per la mobilità e fasce di rispetto



Linee Servizi

Linea elettrica
- Linea alta tensione
- Linea media tensione
- Fasce rispetto linea alta tensione (220 Kv -> 54 ml. - 132 Kv ->

Linea gasdotto
- Linea gasdotto

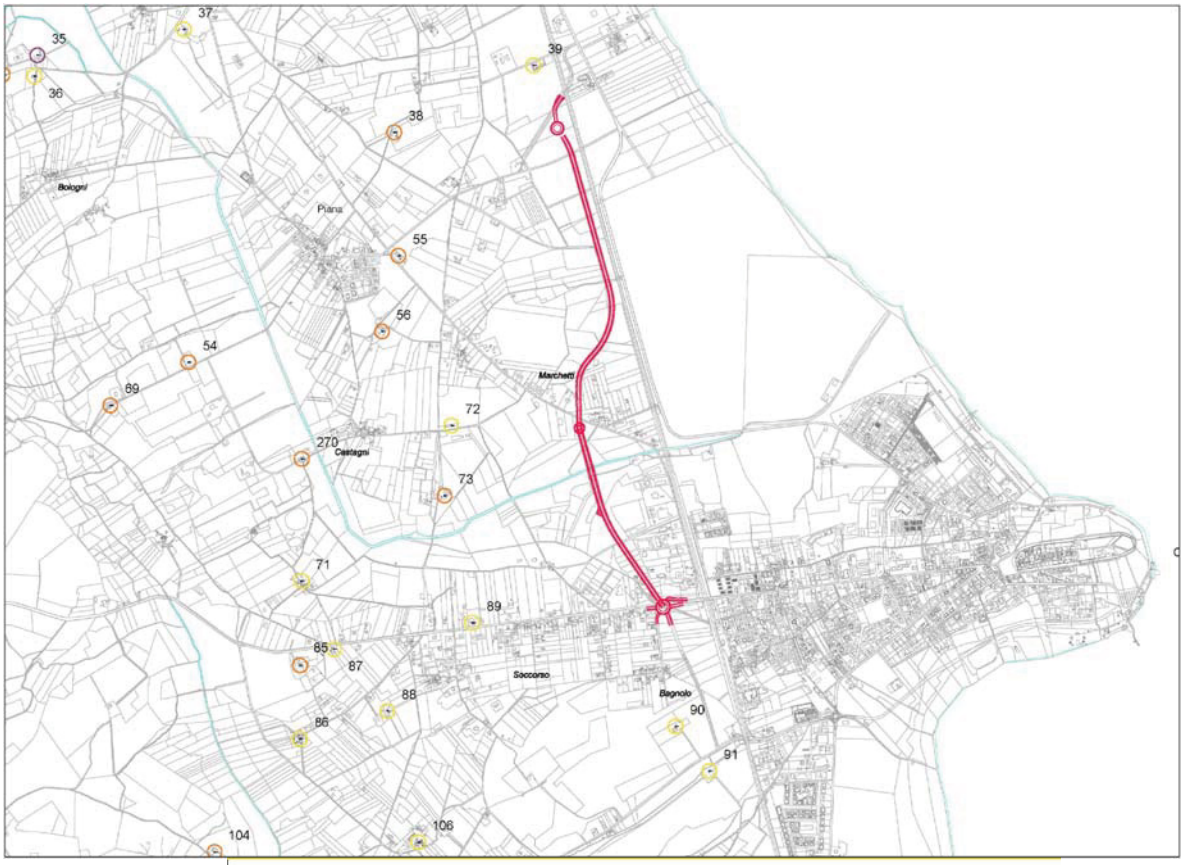
Linea acquedotto
- Linea acqua e adduttrici
- Depuratore
- Serbatoio accumulo
- Fasce rispetto linea acquadotto (Montedoglio -> 20 ml. - Depuratore Soccorso -> 150 ml.)

Linea fognatura
- Linea collettori
- Impianti depurazione con scarico in superficie

Linea telefonia cellulare
- Antenne ripetitori

Cimiteri
- Vincolo rispetto cimiteriale

Figura 10 - Estratto PRG - G.11 - Fasce di rispetto impianti



Beni censiti del patrimonio edilizio rurale ai sensi della L.R. 11/2005

- Edifici di particolare valore storico-architettonico e testimoniale, edifici residenziali con valore architettonico ai sensi art. 33, comma 5, L.R. 11/2005 *
- Edifici di valore testimoniale prevalentemente integri ai sensi art. 33, comma 5, L.R. 11/2005 *
- Edifici di valore testimoniale prevalentemente alterati ai sensi art. 33, comma 5, L.R. 11/2005 *
- Edilizia storica produttiva secondo definizione D.G.R. 420/2007 *

* per la categoria d'intervento si rimanda alla relativa scheda nell'eleborato *G.14.2 Schede dei Beni censiti*

Figura 11 - PRG - Tav.G14 - Carta dei beni censiti

2.2 CONCLUSIONI

In Relazione allo strumento urbanistico vigente del Comune di Castiglione del Lago, l'opera si colloca in un'area classificata come: " *Corridoi per connessioni strategiche primarie di progetto*", quindi in un'area già destinata allo sviluppo di infrastrutture.

Inoltre, analizzando gli estratti G10 e G11 sopra riportati, l'area di sedime dell'infrastruttura rispetta il vincoli di distanza dalle altre infrastrutture presenti e dagli impianti a rete localizzate nelle immediate vicinanze.

Si configura dunque una sostanziale conformità allo strumento urbanistico vigente.

In riferimento ai siti Natura 2000 presenti nell'area, si osserva come siano presenti i seguenti siti:

SITO NATURA 2000	DISTANZA MINIMA [m]
ZPS IT 5210070 – Lago Trasimeno	31
SIC IT5210018 – Lago Trasimeno	31
SIC IT5210020 – Boschi di Ferretto Bagnolo	11

SITO NATURA 2000	
Denominazione	Lago Trasimeno
Codice Natura 2000	ZPS IT 5210070
Superficie	14535,7 ha
Altitudine	250 - 300 m s.l.m.
Comuni	Castiglione del Lago, Magione, Panicale, Passignano sul Trasimeno e Tuoro sul Trasimeno
Provincia	Perugia

SITO NATURA 2000	
Denominazione	Lago Trasimeno
Codice Natura 2000	SIC IT5210018
Superficie	14199,2 ha
Altitudine	250 - 300 m s.l.m.
Comuni	Castiglione del Lago, Magione, Panicale, Passignano sul Trasimeno e Tuoro sul Trasimeno
Provincia	Perugia

SITO NATURA 2000	
Denominazione	Boschi di Ferretto - Bagnolo
Codice Natura 2000	SIC IT5210020
Superficie	2527 ha
Altitudine	260 - 325 m s.l.m.
Comuni	Castiglione del Lago
Provincia	Perugia

Come si può notare dalla Tav. G3 del PRG di Castiglione del Lago e dalle tabelle sopra riportate, anche se in adiacenza ad essi, l'opera si colloca all'esterno dei siti Natura 2000 sopra riportati.

3 VINCOLI ARCHEOLOGICI, AMBIENTALI, PAESAGGISTICI E STORICO-CULTURALI

Nel presente capitolo sono individuate e brevemente descritte le aree soggette ai vincoli archeologici, ambientali, paesaggistici e storico-culturali, presenti nell'ambito territoriale di area vasta oggetto del presente Studio, con l'indicazione dei relativi rapporti di tali aree con le opere di progetto.

3.1 DECRETO LEGISLATIVO N.42 DEL 2004 E S.M.I.

Il riferimento attualmente vigente in materia di tutela dei beni culturali ed ambientali è rappresentato dal Decreto Legislativo n.42 del 22.11.2004, il cosiddetto "Codice Urbani", recante il "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della Legge 6 luglio n.137'; e dalle s.m.i., vale a dire in particolare il D.Lgs. n.62/08, relativo ai beni culturali ed il D.Lgs. n.63/08, concernente il paesaggio.

Il D.Lgs. n.42/04 ha tra l'altro raccolto gli aspetti della programmazione e le disposizioni di cui alla Legge n.l089/39 "Tutela delle cose di interesse artistico e storico'; alla Legge n.1497/39 "Protezione delle bellezze naturali" ed alla Legge n.431/85 "Disposizioni per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale'; abrogando inoltre il precedente D.Lgs. n,490 del 29.10.1999, relativo al "Testo unico delle disposizioni legislatorie in materia di beni culturali ed ambientali"'

In particolare, il "Codice Urbani" è finalizzato alla tutela ed alla valorizzazione del patrimonio culturale, che è costituito da:

- beni culturali, definiti come le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etno-antropologico, archivistico e bibliografico, nonché le altre cose individuate quali testimonianze aventi valori di civiltà (artt. 10 e 11 del decreto stesso, ex Lege 1089/39);
- beni paesaggistici, definiti come gli immobili e le aree che costituiscono espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio (artt. 134 e 136 del D.L. n,42/04, ex Lege 1497/39), che riguardano in particolare le seguenti aree:
  - i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
  - i territori contermini ai laghi, compresi in una fascia della profondità di 300 metri, anche per i terreni elevati sui laghi;

- i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre n.1175 e le relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna;
- le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- i ghiacciai ed i circhi glaciali;
- i parchi e le riserve nazionali e regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del Decreto Legislativo 18 maggio 2001, n.227;
- le aree assegnate alle Università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- le zone umide incluse nell'elenco previsto dal Decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n.448;
- i vulcani;
- le zone di interesse archeologico individuate alla data di entrata in vigore del presente decreto.

Figura 12 – Estratto cartografico vincoli D.Lgs. 42/04 – artt. 136 e 157 – Fonte: SITAP

L'area di intervento ricade all'interno dell'area tutelata ai sensi dell'art. 136 del d.lgs 42/2004, avente la seguente denominazione:

Vincolo [100007]	**PARTE DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CASTIGLIONE DEL LAGO INGLOBA 100008**
Pubblicazione	GU n° 247 del 1966-10-04
Decreto	emissione: 1966-08-24
Legge istitutiva	L1497/39
Stato del vincolo	Vincolo che comprende, inglobandoli, vincoli precedenti
Uso	Modificabilità previa autorizzazione
Lettera M	NO

Vincolo [100008]	**TERRENI SITI NEL COMUNE DI CASTIGLIONE DEL LAGO MANCA GU**
Decreto	emissione: 1927-10-30, notifica: 1927-10-12, trascrizione: 1927-12-17
Legge istitutiva	L778/22
Stato del vincolo	Vincolo ricadente in uno successivo più ampio
Uso	Modificabilità previa autorizzazione
Lettera M	NO

Figura 13 – Estratto cartografico vincoli D.Lgs. 42/04 – art. 142 comma 1 lett. b,c – Fonte: SITAP – Fascia di rispetto di 150 m da fiumi, torrenti, corsi d'acqua

L'area di intervento ricade all'interno della fascia dei 150 m di rispetto dai fiumi, torrenti e corsi d'acqua ai sensi del D.Lgs 42/04 relativamente al fosso Paganico.

3.2 REGIO DECRETO N.3267 DEL 1923

Il Regio Decreto n.3267 emanato il 30.12.1923, relativo al "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani'; nella Sezione I (artt. 1+16) introduce il vincolo per scopi idrogeologici.

In particolare, questa tipologia di vincolo riguarda i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 del decreto stesso, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

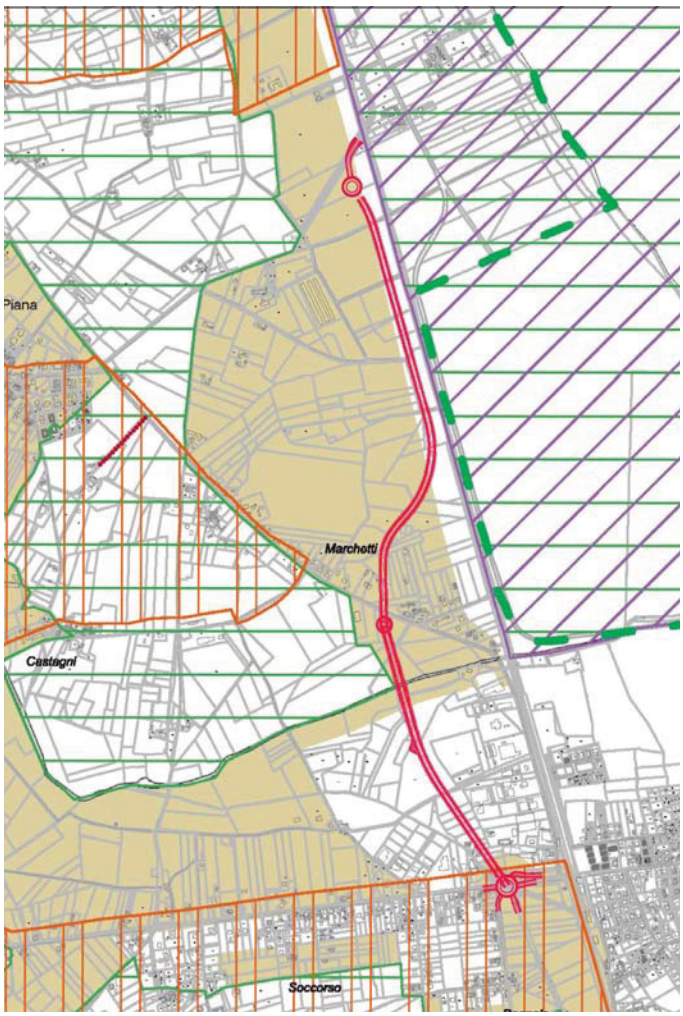


Figura 14 - Estratto PRG – Tav. G3 – Aree soggette a vincoli ambientali

L'area di intervento ricade, solamente per quanto riguarda una porzione limitata posta a sud del suo sviluppo planimetrico, in un'area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23.

Pertanto, sulla base di quanto sopra descritto, è possibile rilevare come il tracciato previsto interferisce con alcune aree vincolate e di tutela; a tale proposito, si evidenzia comunque che in considerazione delle caratteristiche progettuali dell'opera e degli interventi di mitigazione ambientale previsti e della tipologia, non si verificano condizioni ostative alla realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto.

4 TRACCIATO STRADALE

4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi riguardanti gli aspetti stradali dell'infrastruttura:

- D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285 e s.m.i.: *"Nuovo Codice della Strada";*
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495 e s.m.i.: *"Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada"*
- D.M. 5 novembre 2001, n.6792 e s.m.i.: *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"*
- D.M. 18 febbraio 1992, n.223: *"Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"*, così come aggiornato dal D.M. 21 giugno 2004: *"Aggiornamento delle istruzione tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"*
- D.M. 19 aprile 2006: *"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"*, pubblicato sulla G.U. n.170 del 24.07.06

4.2 TRACCIATO PLANMETRICO

Il tracciato inizia dalla la S.P. n. 454 di Pozzuolo in prossimità del sottopasso ferroviario esistente e alla quale si collega mediante la rotatoria "A".

Tale rotatoria è stata prevista con diametro esterno di 62 m al fine di poter raccordare in maniera soddisfacente i 6 rami afferenti.

In particolare essa accoglie ad Est la S.P. n. 454 di Pozzuolo in direzione Castiglione del Lago proveniente dal vicino sottopasso mediante il "Ramo 5", e la viabilità dalla zona industriale mediante il "Ramo 4".

A sud troviamo il "Ramo 1" che attualmente collega Via Delle querce, ma che nasce come predisposizione per la prosecuzione del tracciato afferente al lotto successivo, e il ramo 1 che collega invece Via Bagnolo ;

A Ovest troviamo la S.P. n. 454 direzione Pozzuolo che viene raccordata mediante il "Ramo 3".

Partendo dalla rotatoria "A", il tracciato si sviluppa mediante un rettifilo di lunghezza pari a 309 m circa per poi affrontare una curva in destra di raggio pari a 700 m raccordata mediante due clotoidi di parametro A= 250 in ingresso e in uscita rispettivamente.

A questo punto il tracciato si svolge nuovamente in rettilineo per una lunghezza pari a 285 m circa passando attraverso l'unica opera presente lungo il tracciato ossia il ponte sul Fosso Paganico per arrivare quindi alla "Rotatoria B".

Tale rotatoria ha un diametro esterno pari a 52 m. e viene inserita allo scopo di ricucire mediante il "Ramo 6" ed il "Ramo 7" la viabilità locale per Piana in località "Marchetti".

Da qui il tracciato prosegue nuovamente con un rettifilo di lunghezza pari a 220 m circa per poi affrontare una curva in destra avente raggio pari a 300 m e raccordata mediante clotoidi di parametro A=125 sia in ingresso che in uscita.

Da qui con un breve rettifilo di 67 m circa, nel quale sono state anche inserite le piazzole di sosta, il tracciato si svolge verso Nord-Est per poi ruotare verso sinistra mediante un raccordo avente raggio pari a 400m e disporsi parallelamente alla linea ferroviaria a margine della fascia di rispetto.

La curva in sinistra con raggio pari a 400 m è seguita da una clotoide di parametro A= 135
che la raccorda al rettifilo successivo avente uno sviluppo di 470 m circa.

In fine il tracciato si raccorda mediante una curva in sinistra di raggio pari a 400 m con clotoide in ingresso di parametro A=135 alla "Rotatoria C".

Tale rotatoria è stata inserita al fine di collegare la strada per Piana proveniente dal sottopasso ferroviario esistente mediante i rami 9 dal lato del sottopasso e mediante il ramo 8 dal lato di Piana.

Di seguito vengono allegate le verifiche dinamiche effettuate con i criteri del DM 5/11/01, e che danno tutte esito positivo.

Va notato che vi sono due elementi che non risultano verificati ossia il raccordo di raggio 10 m a progressiva 937.598 ma che rappresenta un raccordo fittizio in quanto posto al centro della rotatoria B e il rettifilo finale anche esso fittizio in quanto facente parte degli elementi di raccordo alla rotatoria C.

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr. 1
Dati generali	**Minimo**	**Massimo**				
Normativa: Min. LLPP 2002 - Italia						
Asse: Asse Principale VARIANTE 2016 rev 3						
Tipo di strada: C2 - Extraurbana secondaria						
Larghezza semicarreggiata (m)	3.500					
Velocità progetto (Km/h)	60	100				
Rettifilo n°1 - Lunghezza (m):309.849	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**0.000**
Lunghezza minima (m)	68.620					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**68.620**	**2200.000**				
Rettifilo in normativa	**309.849**					
Clotoide n°1 - Parametro A:250.006 - Lunghezza (m):89.290	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**309.849**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						86
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	136.465					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	147.736					
Criterio ottico	233.333					
Criterio ottico		700.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**233.333**	**700.000**				
Clotoide in normativa	**250.006**		**89.290**		**1.000**	
Raccordo n°1 - Raggio (m):700.000 - Lunghezza (m):139.720	**Raggio Min**	**Raggio Max**	**Lung. Min**			**Parametri**
Progressiva						**399.139**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						100
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente	400.000					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			69.295			
Valori minimi/massimi da normativa	**400.000**		**69.295**			
Raccordo in normativa	**700.000**		**139.720**			
Clotoide n°2 - Parametro A:250.000 - Lunghezza (m):89.286	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**538.860**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						90
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	150.056					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	155.822					
Criterio ottico	233.333					
Criterio ottico		700.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**233.333**	**700.000**				
Clotoide in normativa	**250.000**		**89.286**		**1.000**	
Rettifilo n°2 - Lunghezza (m):309.452	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**628.145**
Lunghezza minima (m)	75.277					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**75.277**	**2200.000**				
Rettifilo in normativa	**309.452**					

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr. 2
Raccordo n°2 - Raggio (m):10.000 - Lunghezza (m):2.528	**Raggio Min**	**Raggio Max**	**Lung. Min**			**Parametri**
Progressiva						**937.598**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						19
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente	400.000					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	242.321					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			13.194			
Valori minimi/massimi da normativa	**400.000**		**13.194**			
Raccordo fuori normativa	**10.000**		**2.528**			
Rettifilo n°3 - Lunghezza (m):242.321	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**940.126**
Lunghezza minima (m)	50.000					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**50.000**	**2200.000**				
Rettifilo in normativa	**242.321**					
Clotoide n°3 - Parametro A:125.000 - Lunghezza (m):52.083	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**1182.447**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	68.701					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	79.723					
Criterio ottico	100.000					
Criterio ottico		300.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**100.000**	**300.000**				
Clotoide in normativa	**125.000**		**52.083**		**1.000**	
Raccordo n°3 - Raggio (m):300.000 - Lunghezza (m):95.204	**Raggio Min**	**Raggio Max**	**Lung. Min**			**Parametri**
Progressiva						**1234.530**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	66.931					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			41.667			
Valori minimi/massimi da normativa	**118.110**		**41.667**			
Raccordo in normativa	**300.000**		**95.204**			
Clotoide n°4 - Parametro A:125.000 - Lunghezza (m):52.083	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**1329.734**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	68.701					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	79.723					
Criterio ottico	100.000					
Criterio ottico		300.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**100.000**	**300.000**				
Clotoide in normativa	**125.000**		**52.083**		**1.000**	
Rettifilo n°4 - Lunghezza (m):66.931	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**1381.817**
Lunghezza minima (m)	50.000					
Lunghezza massima (m)		2200.000				

CONTROLLO NORMATIVA					Pagina Nr.	3
Valori minimi/massimi da normativa	**50.000**	**2200.000**				
Rettifilo in normativa	**66.931**					
Clotoide n°5 - Parametro A:135.000 - Lunghezza (m):45.563	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**1448.748**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	70.431					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	87.236					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**133.333**	**400.000**				
Clotoide in normativa	**135.000**		**45.563**		**1.000**	
Raccordo n°4 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):253.197	**Raggio Min**	**Raggio Max**	**Lung. Min**			**Parametri**
Progressiva						**1494.311**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						60
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	400.000					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			41.667			
Valori minimi/massimi da normativa	**400.000**		**41.667**			
Raccordo in normativa	**400.000**		**253.197**			
Clotoide n°6 - Parametro A:135.000 - Lunghezza (m):45.563	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**1747.507**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						62
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	73.875					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	89.588					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Clotoide rettifilo-raccordo. 2/3<=A1/A2<=3/2. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	**133.333**	**400.000**				
Clotoide in normativa	**135.000**		**45.563**		**1.000**	
Rettifilo n°5 - Lunghezza (m):474.889	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**1793.070**
Lunghezza minima (m)	130.607					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**130.607**	**2200.000**				
Rettifilo in normativa	**474.889**					
Clotoide n°7 - Parametro A:135.000 - Lunghezza (m):45.563	**A Min**	**A Max**	**Lung. Min**	**Rapporto**	**FF**	**Parametri**
Progressiva						**2267.958**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						59
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	71.875					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	80.992					
Criterio ottico	133.333					
Criterio ottico		400.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**133.333**	**400.000**				
Clotoide in normativa	**135.000**		**45.563**		**1.000**	

CONTROLLO NORMATIVA						Pagina Nr. 4
Raccordo n°5 - Raggio (m):400.000 - Lunghezza (m):113.381	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
Progressiva						2313.521
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						52
Raggio minimo in funzione della velocità	118.110					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo precedente	400.000					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	3.436					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			35.951			
Valori minimi/massimi da normativa	**400.000**		**35.951**			
Raccordo in normativa	**400.000**		**113.381**			
Rettifilo n°6 - Lunghezza (m):3.436	**Lung. Min**	**Lung. Max**				**Parametri**
Progressiva						**2426.902**
Lunghezza minima (m)	30.000					
Lunghezza massima (m)		2200.000				
Valori minimi/massimi da normativa	**30.000**	**2200.000**				
Rettifilo fuori normativa	**3.436**					

4.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Il profilo longitudinale dell'asse principale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi circolari, nel pieno rispetto dei criteri di normativa.

La pendenza massima utilizzata per l'asse principale pari al 2,00%; il valore del raggio verticale minimo utilizzato è pari 300 m per i raccordi concavi in approccio alle rotatorie e 30000 m per i raccordi convessi.

Si riportano di seguito le verifiche di normativa degli elementi altimetrici

CONTROLLO NORMATIVA			Pagina Nr. 2
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°6 - Pendenza (h/b):0.000%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**925.558**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**0.000%**		
Raccordo n°6 - Raggio (m):10.000 (Convesso)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**952.167**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°7 - Pendenza (h/b):-2.000%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**952.366**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**-2.000%**		
Raccordo n°7 - Raggio (m):500.000 (Concavo)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**970.059**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°8 - Pendenza (h/b):1.010%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**985.105**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**1.010%**		
Raccordo n°8 - Raggio (m):30000.000 (Convesso)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**1060.973**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°9 - Pendenza (h/b):-0.306%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**1455.644**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**-0.306%**		
Raccordo n°9 - Raggio (m):10000.000 (Concavo)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**1828.375**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°10 - Pendenza (h/b):0.124%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**1871.393**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**0.124%**		
Raccordo n°10 - Raggio (m):5000.000 (Convesso)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**2188.977**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			

CONTROLLO NORMATIVA			Pagina Nr. 3
Livelletta n°11 - Pendenza (h/b):-1.116%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**2250.998**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**-1.116%**		
Raccordo n°11 - Raggio (m):300.000 (Concavo)	**Raggio Min**	**Lung. Min**	**Parametri**
Progressiva			**2413.154**
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			100
Raggio minimo non necessario			
Raccordo in normativa			
Livelletta n°12 - Pendenza (h/b):1.997%	**Pend. Max**		**Parametri**
Progressiva			**2422.493**
Pendenza massima (+/- h/b):	7.000%		
Livelletta in normativa	**1.997%**		

4.4 INTERSEZIONI

Le intersezioni sono state previste tutte a raso mediante rotatoria con diametro esterno superiore a 40 m e con ingressi a singola corsia.

Per tale motivo in accordo con il DM 2006 le rotatorie sono state provviste di una corsia della corona rotatoria di larghezza pari a 6 m con banchine in destra e in sinistra di larghezza pari a 1 m per un totale di 8 m di pavimentato, ed una fascia semisormontabile a margine dell'anello interno pari a 1.50 m.

La pendenza trasversale è stata mantenuta sempre costante e di valore pari al 2%.

I bracci di raccordo sono stati previsti coerentemente con il DM di larghezza pari a 3.50 m per quelli in ingresso e 4.50 per quelli in uscita rispettivamente, e dotati di banchina in destra da 1.25 m e da 0,50 in sinistra in corrispondenza dell'isola spartitraffico.

4.5 PIAZZOLE DI SOSTA

In ottemperanza ai criteri del D.M. 05/11/01, sono state previste delle piazzole di sosta ubicate ad intervalli di circa 1.000 m tra loro lungo ciascuno dei sensi di marcia.

Le dimensioni di tali piazzole sono conformi a quelle indicate dalla normativa, vale a dire in particolare:

lunghezza totale pari a 65 m (25 m il tratto centrale e 20 m i tratti di raccordo);

larghezza complessiva, oltre la banchina, di 3.50 m

Le piazzole previste, in totale in numero di 4 (2 in corsia Sud e 2 in corsia Nord) sono previste alle progressive di seguito indicate:

- Piazzola 1: corsia Nord – prg. 0+400;
- Piazzola 2: corsia Sud – prg. 0+400;
- Piazzola 3: corsia Nord – prg. 1+410;
- Piazzola 4: corsia Sud – prg. 1+410;

4.6 SEZIIONI TIPO

Nell'ambito del presente progetto, in conformità alla categoria C2 del D.M. 5.11.01, le sezioni tipo presentano una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9.50 m; nel dettaglio, le sezioni impiegate sono costituite dai seguenti elementi:

- banchine in sinistra e destra da 1.25 m;
- n.2 corsie (1 per senso di marcia) da 3.50 m;

In rilevato è prevista una sezione con arginello di larghezza totale pari a 1.30 m e scarpate con pendenza 2:3 con a piede scarpata dei fossi di guardia di dimensioni pari a 3 m in pianta.

In trincea la sezione tipo prevede una cunetta alla francese di 1.00 m, con a tergo banca orizzontale da 0.50 m e scarpate con pendenza 2:3 con in testa un eventuale fosso di guardia di larghezza pari a 1.50 m.

Sia per la sezione in scavo che per quella in rilevato è prevista la posa di uno strato idi terreno vegetale di 30 cm.

4.7 SEZIIONI TIPO

Nell'ambito del presente progetto, in conformità alla categoria C2 del D.M. 5.11.01, le sezioni tipo presentano una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9.50 m; nel dettaglio, le sezioni impiegate sono costituite dai seguenti elementi:

- Bordo laterale: Livello di contenimento H1 – Livello di larghezza Utile ≤ W5 (in acciaio)
- Bordo Ponte: Livello di contenimento H2 – Livello di larghezza Utile ≤ W5 (in acciaio);

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato è stato previsto di garantirne la continuità strutturale tramite il collegamento almeno della lama, del corrente posteriore ed inferiore.
Qualora la lunghezza della barriere bordo ponte installata sia inferiore alla lunghezza minima riportata nel certificato di prova, occorrerà raggiungere tale estensione con un dispostivo "misto" installando, a monte e a valle della barriera bordo ponte H2, tratti di barriera bordo rilevato, anch'essa però di classe H2.
In particolare, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21.06.04 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare.
Inoltre, per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere, si è altresì tenuto conto delle Norme EN 1317, recepite dallo stesso D.M. 21.06.04.
Il traffico di riferimento è quello desunto da analisi di settore ovvero di "tipo II".
Per una strada extraurbana secondaria (come quella di cui al presente progetto), a questo tipo di traffico corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento, distinte in funzione della destinazione:

- Barriera bordo laterale: Classe H1
- Barriera bordo ponte: Classe H2

4.8 PAVIMENTAZIONE STRADALE

Il pacchetto di pavimentazione previsto in progetto è di tipo semirigido ed è così costituito:

- tappeto di usura in c.b. di tipo chiuso: 5 cm
- strato di collegamento in c.b. di tipo aperto (binder): 6 cm
- strato di base in c.b.: 12 cm
- fondazione in misto granulare non legato: 40 cm

Per il dimensionamento del pacchetto è stato seguito il metodo proposto dall'"AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", con il quale viene confrontato il numero di passaggi di assi convenzionali da 80 kN che prevedibilmente interesseranno l'infrastruttura nell'arco della sua vita utile con quello che la sovrastruttura stradale è in grado di sopportare prima che le deformazioni della stessa comportino il suo rifacimento o interventi di consolidamento, in base alla seguente formula:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Per il calcolo occorre definire:

- i valori delle variabili statistiche Z_R e di S_0, posti pari rispettivamente a -1,037 (affidabilità 85% come indicato nel "Catalogo delle pavimentazioni stradali" del CNR, Tabella 9, per una strada extraurbana ordinaria) e 0,45
- il valore di SN "Structural Number", indice di spessore della pavimentazione fittizia
- la differenza tra indice di servizio iniziale PSI_{in} e finale PSI_{fin}, posti pari rispettivamente a 4,2 e 2,5
- il valore del modulo resiliente Mr, posto pari a 100 MPa = 14503 psi

Il "Present Serviceability Index", PSI, rappresenta numericamente il grado di ammaloramento della strada, potendo variare da 0 (pessimo) a 5 (ottimo). Il valore iniziale si assume convenzionalmente pari a 4,2 mentre quello finale varia a seconda dei casi: per una strada extraurbana, il valore finale del PSI si assume pari a 2 (ΔPSI=1,7).

Per quanto riguarda il valore del modulo di sottofondo, in considerazione del fatto che all'imposta del pacchetto di pavimentazione la prova di carico su piastra dovrà fornire un modulo di deformazione Md pari ad almeno 50 MPa, che da diagrammi su base sperimentale la correlazione tra indice CBR espresso in percentuale e modulo Md espresso in MPa vale circa 0,2, mentre il valore del modulo resiliente del sottofondo espresso in MPa equivale all'indice CBR x 10, si ipotizza un valore di MR pari a 100 MPa (ovvero CBR=10).

L'indice di spessore SN è l'indicatore dello spessore complessivo convenzionale equivalente del pacchetto di pavimentazione, e quindi varia in base alla composizione del pacchetto di pavimentazione considerato.

Per la sua definizione, i coefficienti di spessore impiegati sono i seguenti:

- fondazione in misto granulare non legato: 0,13
- base in c.b.: 0,30
- binder: 0.37
- tappeto di usura: 0.44

Per quanto riguarda il traffico che interesserà l'infrastruttura, si è fatto riferimento allo studio di traffico condotto nel progetto preliminare redatto nel 2001, considerando prudenzialmente i flussi totali sulla S.S. 71 anziché quelli previsti sulla variante in base al modello di assegnazione, e attualizzandoli al 2016 considerando un incremento dello 0,5% su base annua.

I dati considerati sono quindi i seguenti:

TGM =		7.300
Numero giorni commerciali per settimana	(gg) =	6
Numero settimane commerciali per anno	(n. sett.) =	50
Aliquota di traffico per direzione più carica	(pd) =	1
Percentuale veicoli commerciali	(p) =	0,85
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale	(pl) =	1
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	(d) =	0,8
Numero medio di assi per veicolo commerciale	(na) =	2,5
Tasso di crescita traffico durante la vita utile	(r) =	0,01
Vita utile in anni	(n) =	20

Considerando lo spettro di traffico di veicoli commerciali indicato nella Tab.3 del "Catalogo delle pavimentazioni stradali" del CNR si ottiene un numero di passaggi di assi convenzionali da 80 kN nell'arco della vita utile, posta pari a 20 anni, pari a **76.300.254**.

Con i dati ipotizzati la verifica della resistenza della pavimentazione di progetto, espressa in termini di numero di passaggi di assi convenzionali da 80 kN ammissibili, fornisce il seguente risultato:

DETERMINAZIONE STRUCTURAL NUMBER SN

STRATI	SPESSORE s_i (mm)	Corefficiente di drenaggio d_i	Coefficiente di strato a_i	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$ (mm)	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					10,00	14503,77
Fondazione	400	1	0,13	52,00		
Misto cementato	0	1	0,20	0,00		
Base	120	1	0,30	36,00		
Collegamento	60	1	0,37	22,20		
Usura	50	1	0,44	22,00		
	630			**132,20**		

$SN = 1/25,4 \times \Sigma s_i \cdot d_i \cdot a_i =$ **5,204724** inch

$Log_{10}W_{18} =$ **7,922839**

Pari ad un transito ammissibile W18:	**83.721.944**	**assi da 8 t**	
a fronte di un transito complessivo di:	**76.300.254**	**assi da 8 t**	**VERIFICATO**

4.9 CORPO STRADALE

I rilevati stradali verranno realizzati con terreno idoneo proveniente da cave di prestito, ovvero terre dei gruppi A1, A2-4 o A3.

In corrispondenza del piano di base della fondazione stradale dovrà essere garantita una portanza, valutata in termini di modulo di deformazione determinato tramite prova di carico su piastra circolare con diametro 30 cm, non inferiore a 50 MPa.

Per quanto riguarda il piano di appoggio del rilevato, è prevista una bonifica del sottofondo così ottenuta:

- scotico di uno strato superficiale di terreno vegetale di spessore 20 cm, che verrà accantonato con modalità idonee per il successivo riutilizzo (ricoprimento scarpate dei rilevati, opere a verde nelle isole centrali delle rotatorie e spartitraffico, rimodellamenti del terreno); previa esecuzione delle analisi previste dalla legge per verificare l'assenza di inquinanti, non si prevede di dover conferire a discarica terre da scavo;
- stabilizzazione tramite miscelazione del terreno in sito con legante idraulico (calce e/o cemento), con utilizzo di apposite attrezzature (spanditrice automatica e pulvimix), per uno spessore di 30 cm, e successiva compattazione;
- ripristino della quota di campagna con terreno argilloso proveniente da scavi o da cave di prestito, successivamente stabilizzato a calce e adeguatamente compattato.

Nell'ambito della campagna geognostica integrativa verranno eseguiti prelievi del terreno in sito alla profondità di 50 cm e prove di laboratorio per determinare il tenore di sostanza organica e di solfati, nonché il contenuto ottimale di legante idraulico, e prove di carico su piastra alla stessa profondità per verificare la deformabilità del terreno in sito alla quota di base della bonifica.

Il sottofondo così ottenuto, oltre ad una elevata capacità portante, risulterà insensibile all'acqua rendendo non necessario lo strato anticapillare; volendo incrementare la resistenza meccanica del soprastante rilevato e la sua insensibilità all'acqua, in sede di progetto definitivo verrà valutata l'opportunità di estendere anche al corpo del rilevato la stessa tecnica impiegata per la bonifica del sottofondo, apportando terreno argilloso successivamente stabilizzato a calce anziché terreno dei gruppi previsti in capitolato proveniente da cave di prestito.

5 STRUTTURE E OPERE D'ARTE

5.1 INQUADRAMENTO GENERALE

La morfologia dei luoghi attraversati dal tracciato presenta un carattere pianeggiante, con un livello della falda prossimo al piano di campagna; viste le caratteristiche dei terreni attraversati, l'andamento altimetrico previsto per il tracciato è esclusivamente in rilevato, che dovrà essere contenuto in altezza per limitare l'entità dei cedimenti fondali.

Le opere previste nel tracciato in progetto possono essere raggruppate in tre tipi:

1) opere richieste attraversamento di corsi d'acqua (Torrente Paganico)
2) opere per trasparenza idraulica del tracciato nella zona di esondazione del Torrente Paganico
3) opere minori (tombini) di continuità dei fossi esistenti o di collegamento dei fossi di guardia

Non sono previste opere di scavalcamento o sottopasso di infrastrutture viarie.

Nel primo caso è stato ritenuto opportuno adottare una tecnologia che comporti la minore interferenza con l'esistente, vale a dire un'opera a ponte, con impalcato poggiato su spalle poste al di fuori dell'alveo.

Questo consentirà di non modificare né l'assetto idraulico, né la permeabilità dell'alveo, minimizzando l'impatto sulle componenti naturalistiche, oltre a garantire uno speco adeguato alle esigenze idrauliche.

Nel secondo caso, la struttura sarà costituita da scatolari in c.c.a.

Nel terzo caso, saranno adottati tombini circolari autoportanti in cls, annoverati tra le opere idrauliche di cui al capitolo 6.

Nei paragrafi seguenti sono descritte le prime due tipologie di opoere.

5.2 PONTE SUL FOSSO PAGANICO

L'opera in oggetto viene realizzata in corrispondenza dell'intersezione del tracciato di progetto con il Fosso Paganico, il quale presenta ampiezza trasversale dell'alveo pari a circa 11,00 m, situato in corrispondenza della progressiva 0+725,00.

L'impalcato sarà composto da travi in c.a.p. a "V" accostate, provviste di ferri di attesa in sommità alle due pareti verticali per accogliere un getto di completamento in cls di spessore 25 cm: complessivamente le travi avranno lunghezza 20,00 m e saranno posizionate su appoggi in neoprene armato, opportunamente dimensionati, posti ad interasse 18,80 m, secondo uno schema statico di trave semplice appoggiata.

Complessivamente si prevedono 4 travi prefabbricate per una larghezza totale del ponte pari a 11,00 m, ivi compresi i due cordoli laterali di larghezza 75 cm ed altezza 25 cm. Per consentire l'ispezionabilità delle testate delle travi, è stato previsto un cunicolo di ampiezza 90 cm tra la testa delle travi ed il paraghiaia delle spalle.

Le spalle, realizzate con la medesima geometria su entrambe le estremità del ponte, sono state concepite secondo una tipologia a "cassone" in modo da estendere su di una superficie più ampia possibile le sollecitazioni prodotte dall'impalcato, mantenendo tuttavia un peso specifico globale per la struttura in elevazione sensibilmente inferiore alle tipologie classiche con muro a mensola: tale approccio ha permesso di eliminare le fondazioni di tipo profondo, potendo fare affidamento su tensioni di compressione in corrispondenza del piano di posa paragonabili a quelle prodotte dal rilevato stradale a tergo delle spalle.

La superficie di impronta della fondazione è stata assunta perciò pari a 14,00 m x 11,40 m, in cui solo nella parte posteriore, per una lunghezza di 2,00 m, è previsto il ricorso ad un terrapieno secondo la metodologia classica, concepito come zavorra per il bilanciamento delle azioni prodotte sull'estremità opposta dall'impalcato.

Tale effetto viene illustrato nel dettaglio nelle verifiche che seguono: in esse viene eseguito un computo dei pesi propri e permanenti portati agenti sulle strutture delle spalle, così da valutare analiticamente le tensioni scaricate al di sotto della platea di fondazione, ipotizzata come infinitamente rigida nel piano.

Si assume convenzionalmente come asse di riferimento in direzione x quello parallelo all'asse stradale, posto in posizione simmetrica, e con origine in corrispondenza del baricentro dell'impronta di fondazione.

Per quanto detto si ha:

PIASTRA FONDAZIONE		B [m]	L [m]	H [m]		e_x [m]	V [mc]	N [KN]
		14	11,4	0,5		0	79,8	1995

IMPALCATO						6		1800

	B [m]	SP [m]	H [m]	n	e_x [m]	V [mc]	N [KN]
IRRIGIDIMENTI FRONTALI	1,85	0,4	1,25	6	5,425	5,55	138,75
PARETE FRONTALE	11	0,4	1,25	1	6,55	5,5	137,5
SOLETTA SOTTO BAGGIOLI	11	0,4	2,25	1	5,625	9,9	247,5
PRIMO SETTO VERTICALE	11	0,5	3,1	1	4,25	17,05	426,25
SECONDO SETTO VERTICALE	11	0,5	3,1	1	-0,25	17,05	426,25
TERZO SETTO VERTICALE	11	0,5	3,1	1	-4,75	17,05	426,25
SOLETTONE SUPERIORE	11	0,4	9,5	1	-0,25	41,8	1045
DIAFRAMMI LATERALI	4	0,4	3,1	2	-2,5	9,92	248
DIAFRAMMI POSTERIORI 1	0,3	0,4	3,1	4	-5,15	1,488	37,2
DIAFRAMMI POSTERIORI 2	1,5	0,4	1,55	4	-5,8	3,72	93
RINTERRO POSTERIORE	11,4	2	3,5	1	-6	79,8	1516,2
PAVIMENTAZIONE	11,5	11,4	0,16	1	-1,25	20,976	461,472

N_{TOT} [KN]	8998,37
e_x [m]	0,25

Considerando che la platea di fondazione possiede una lunghezza di 14,00 m in direzione longitudinale, l'eccentricità calcolata per l'azione verticale derivante dalle azioni permanenti è contenuta all'interno del terzo medio della sezione e quindi risulterà interamente compressa.
Inoltre, le tensioni prodotte alle estremità della platea di fondazione sono pari a:

σ_{max}	62.39	KN/mq	=	0.62	Kg/cmq
σ_{min}	50.37	KN/mq	=	0.50	Kg/cmq

Tali tensioni vanno paragonate con quelle prodotte dal rilevato stradale posto a tergo delle spalle, avente altezza di circa 4,10 m rispetto al piano di imposta dalla fondazione della spalla: considerando un peso specifico di 19 KN/mc si ha una tensione alla base del rilevato pari a

σ_{max} = 19 KN/mc x 4,10 m = 77,9 KN/mq = **0,78 Kg/cmq**

Risulta quindi evidente come la geometria della spalla sia tale da garantire sollecitazioni in fondazione inferiori a quelle del rilevato stradale e quindi implicitamente verificata.

Oltre a quanto sopra descritto, sono stati previsti due varchi all'interno della struttura di elevazione aventi funzione di passaggi pedonali ed sporadicamente di trasparenze idrauliche in caso di esondazioni del fosso Paganico: per evitare l'erosione del terreno posto al di sotto della fondazione, la parte frontale della fondazione, a ridosso dell'alveo del torrente, sarà protetta con gabbionate metalliche.

Per una migliore comprensione delle geometrie descritte si rimanda alla consultazione dell'elaborato F.OP1-01 "Ponte sul torrente Paganico".

5.3 OPERE DI TRASPARENZA IDRAULICA

Sono previste lungo il tracciato n.7 opere di trasparenza idraulica, realizzate mediante strutture in c.c.a. gettate in opera con sezione scatolare, aventi dimensioni interne pari a 3,00 m x 2,00 m.

Le pareti laterali, così come la soletta superiore ed inferiore, presentano spessore costante pari a 30 cm.

In alcune situazioni l'opera di trasparenza idraulica viene utilizzata anche con funzione di tombino idraulico, e quindi collegato alle estremità con delle vasche di raccordo ai fossi posti ai piedi del rilevato stradale. In questo modo viene ottimizzato il suo funzionamento, con una sensibile riduzione dei costi di realizzazione e del suo impatto lungo lo sviluppo del tracciato.

In corrispondenza degli imbocchi degli scatolari, sono previste pareti in c.a. per il contenimento del rilevato, ed un risvolto verticale di spessore 70 cm con funzione di cordolo laterale su cui fissare la barriera di sicurezza stradale.

6 GEOLOGIA E GEOTECNICA

6.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sono riportati gli esiti delle indagini geologiche ed idrogeologiche preliminari relative alla "Variante della SS71 Umbro-Casentinese – tratto variante di Castiglione del Lago".

L'indagine geologica di prima approssimazione, finalizzata al progetto preliminare è stata condotta attraverso il rilevamento geologico di superficie, approfonditi sopralluoghi in sito, interviste ai residenti finalizzate, il reperimento di materiale bibliografico sufficiente a garantire una caratterizzazione geologica di massima. Si è fatto anche riferimento allo strumento di pianificazione comunale ed a quelli sovraordinati. Le informazioni ed i dati raccolti sono stati sintetizzati nella Carta Geologica in scala 1:10.000.

Un primo accurato censimento di punti d'acqua presenti in zona, mirato all'acquisizione di misure rappresentative di livello della falda idrica, ha permesso la ricostruzione della superficie freatica riportata nella carta idrogeologica in scala 1:10.000.

6.2 GEOMORFOLOGIA

Il progetto preliminare della "Variante esterna di Castiglione del Lago della SS 71 Umbro-Casentinese" sviluppa le ipotesi alternative lungo una fascia penepianeggiante immediatamente ad Ovest della linea ferroviaria Perugia-Terontola

Le quote del piano campagna sono comprese fra 260 m. s.l.m. della zona nord e circa 270 m. s.l.m. della zona sud, con un dislivello massimo in tutta la fascia che interessa l'opera in progetto di circa 10 m.; ad ovest della linea ferroviaria il dislivello è ancor più modesto e supera appena i 5 m. (quote desunte dalla C.T.R. in scala 1:5.000).

Dei corsi d'acqua presenti nell'area di studio il principale è il Torrente o Fosso Paganico che è attraversato ortogonalmente dalla linea ferroviaria e dalla S.S: 71 attuale in località Banditella; le stesse ipotesi di variante stradale in progetto ne prevedono l'attraversamento nelle vicinanze della linea ferroviaria.

Un sistema di fossi minori, spesso utilizzati per l'alimentazione di laghetti artificiali ad uso irriguo, costituiscono il reticolo idrografico secondario. Il recettore finale è il Lago Trasimeno.

La particolare conformazione del reticolo idrografico del Fosso Paganico, come quella del Fosso Pescia più a sud, con la brusca deviazione di circa 90° dalla direzione NO-SE alla direzione WSW-ENE in prossimità di località Castagni e dell'impianto di depurazione comunale, ha fatto ritenere ad alcuni autori che si tratti di un adeguamento del corso d'acqua agli effetti di un basculamento e conseguente retrocessione verso est della sponda occidentale del Lago Trasimeno (Quaternario); secondo tale ipotesi il tratto terminale del Fosso Paganico (ovvero quello di interesse ai fini del presente progetto) potrebbe ricalcare una vecchia linea di costa del Lago Trasimeno.

Il Fosso Paganico incide lievemente i depositi pleistocenici più antichi, depositando nel contempo i suoi sedimenti alluvionali e determinando una modesta depressione morfologica che si amplia in corrispondenza della zona industriale e della frazione Banditella, fino al Lago.

Il Fosso Paganico ed i fossi minori sviluppano i propri bacini imbriferi interamente entro i depositi fluvio-lacustri pleistocenici; i loro sedimenti recenti ed attuali hanno pertanto analoghe caratteristiche tipologiche di quelle della "formazione di base" e ciò non ne rende agevole una netta differenziazione. Le successive indagini di dettaglio, che accompagneranno il progetto definitivo, permetteranno una migliore caratterizzazione lito-stratigrafica oltre che geotecnica.

6.3 GEOLOGIA E GEOTECNICA

L'area in cui è ricompresa la variante stradale in progetto appartiene alla zona di progressivo colmamento del bacino del Lago Trasimeno, ad opera della continua sedimentazione nel bacino lacustre di origine tettonica in ambiente continentale. I sedimenti che si individuano sono di origine fluvio-lacustre plio-pleistocenici.

Lungo i corsi d'acqua e in prossimità della riva del Lago sono presenti i depositi alluvionali recenti (Olocene) ed attuali.

Poco più ad est, il Centro Storico di Castiglione del Lago si erge su di un poggio costituito da terreni più antichi di origine marina, comprendenti calcareniti ed arenarie con intercalazioni argillitiche, siltose e marnose di epoca Oligo-Miocenica.

Sia i sedimenti fluvio-lacustri plio-pleistocenici che i depositi alluvionali recenti ed attuali sono costituiti in prevalenza da sabbie limose alternate a limi-argillosi con geometria lenticolare.

Sui depositi fluvio-lacustri pleistocenici sembra prevalente in superficie la componente sabbiosa. Opportuna conferma a tale caratterizzazione litologica preliminare si otterrà con la puntuale campagna geognostica prevista per la successiva fase di progetto. Dalle informazioni raccolte i terreni coesivi si presentano allo stato normalconsolidato o lievemente sovraconsolidato, mentre quelli attritivi superficiali sono per lo più sciolti o leggermente addensati.

I dati e le informazioni raccolte, nonché il rilevamento geologico di superficie hanno permesso la realizzazione della Carta geologica in scala 1:10.000. Tale Carta è da considerare come primo documento per gli studi preliminari, dovendosi aggiornare con la puntuale raccolta di dati che sarà ottenuta dalla campagna geognostica, secondo il piano di indagine previsto; essa sarà pertanto soggetta ad attenta revisione e costituirà la base per la realizzazione di carte geologiche di cantiere.

6.4 SISMICITÀ

La sismicità dell'area è piuttosto modesta. Da ricerche sulla sismicità storica della provincia di Perugina (Quaderni Regione dell'Umbria – Collana sismica vol.1, maggio 1990 – P. Conversini, O. Lolli, D. Molin, A Paciello, S. Pagliacci) non risultano particolari effetti indotti dai massimi terremoti storici, mentre rari e di modesta intensità sono i terremoti con epicentro nel comprensorio lacustre. Secondo il "Catalogo Storico dei Terremoti al di Sopra della Soglia del Danno – NT 4.1" ed il modello di zone sismogenetiche proposto da Scandone et alii, l'area di Castiglione rientra nella zona sismogenetica 44 a cui corrispondono intensità epicentrali mai superiori al VII ° MCS (Tavola 2 Carta 49 P.U.T. – L.R. 24.3.00, n.27).

Da quanto sopra si ritiene piuttosto improbabile in fase sismica l'insorgenza di fenomeni di liquefazione su terreni sabbioso-limosi saturi, pur presenti in abbondanza lungo la direttrice di sviluppo della variante stradale in progetto. Non sono invece da escludere fenomeni di addensamento dei terreni sciolti con conseguente possibile incremento dei cedimenti differenziali (relativamente ai rilevati ed alle opere d'arte in genere).

La progettazione si atterrà in ogni caso a quanto previsto dalla vigente normativa antisismica in vigore; gli eventuali effetti di amplificazione locale potranno essere meglio definiti nelle successive fasi progettuali, a seguito dell'acquisizione dei parametri lito-tecnici deducibili dalla campagna geognostica mirata.

6.5 IDROGEOLOGIA ED IDROLOGIA

Nella Carta Idrogeologica in scala 1:10.000 sono riportati i punti d'acqua censiti nelle giornate del 12 e 13 settembre 2001.

In tabella seguente i valori di livello misurati al boccapozzo sono coretti rispetto al piano campagna ed alla quota assoluta rispetto al livello del mare. Sono state utilizzate le quote della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 per il riferimento al valore assoluto, interpolando il dato ove necessario.

La ricostruzione delle isofreatiche e della relativa superficie della falda idrica sono da considerare sufficientemente attendibili per indagini preliminari di progetto.

Ulteriori campagne di censimento e di misura saranno effettuate nel corso delle successive fasi progettuali.

La direzione di flusso della falda nella zona in oggetto è in prevalenza da ovest verso est, con la riva del Lago che costituisce l'asse di drenaggio principale.

Il periodo in cui sono state effettuate le misure può essere considerato di magra; l'alimentazione è dalla falda al Lago.

La falda freatica si instaura su livelli sabbioso-limosi superficiali o subsuperficiali, con spessori che generalmente non superano i 3-4 m. dal p.c., seguono in genere terreni a granulometria più fine, talora impermeabili, intercalati a livelli sabbiosi più profondi.

Ai fini del presente progetto sono gli acquiferi superficiali quelli di maggiore interesse e che saranno oggetto di successivo monitoraggio.

Da informazioni assunte nel corso del censimento, può aversi difatti nei periodi di morbida un innalzamento del livello piezometrico anche superiore ai 2 metri, e comunque, in alcuni casi, con livello statico prossimo al piano campagna.

Dall'esame della carta idrogeologica possono dedursi i livelli freatici rispetto al piano campagna in corrispondenza delle opere in progetto e ricostruire le relative isopache del "non-saturo".

Le quote della falda freatica, attribuibili al periodo di magra, possono essere in questa fase incrementate di ca. 2 metri per tener conto in prima approssimazione dell'innalzamento stagionale, fino alla coincidenza con la quota del p.c. per le zone più critiche.

Di questo fattore deve essere tenuto conto nella progettazione, sia per l'interferenza diretta che la falda idrica potrebbe avere su alcune opere (sottopassi), sia per l'influenza sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e sul comportamento dei rilevati e dei sottofondi stradali, anche in fase sismica.

Si segnala a questo proposito che, da informazioni assunte presso i residenti e presso gli Uffici comunali, i tre sottopassi esistenti lungo la linea ferroviaria presentano sovente problemi di allagamento con conseguente interruzione del traffico in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi, ma non eccezionali; in particolare il sottopasso più a nord, che collega la SS71 con l'abitato di Piana, risulta quello maggiormente soggetto a tali inconvenienti. L'eventuale utilizzo di tali opere ai fini del presente progetto comporterà un più attento monitoraggio e la predisposizione di interventi correttivi alle soluzioni già adottate o misure compensative.

La corretta valutazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti e la trasmissisività degli orizzonti acquiferi, attraverso prove di laboratorio sui campioni prelevati e/o prove in sito in pozzo o piezometro appositamente predisposto, fornirà i necessari parametri da tenere in conto nella progettazione di tali interventi. Saranno anche valutati gli effetti indotti da eventuali abbattimenti della superficie piezometrica sui rilevati in progetto e su quelli esistenti, compreso quello su cui ha sede la linea ferroviaria.

In via preliminare la permeabilità dei sedimenti sabbiosi e limo sabbiosi viene definita qualitativamente bassa o medio-bassa, la permeabilità dei sedimenti limosi, limo-sabbiosi molto bassa, mentre praticamente impermeabili possono essere considerati i termini argillo-limosi.

L'esecuzione di verticali geognostiche esplorative, da effettuare a corredo della progettazione definitiva, consentirà anche la strumentazione dei fori con piezometri a tubo aperto per un monitoraggio mirato.

Il monitoraggio potrà successivamente avere anche funzione di preallarme per il sopraggiungere delle situazioni più gravose.

Tutto il sistema delle acque superficiali è regolato dalla presenza del Lago Trasimeno, che costituisce il recettore principale e la soglia di base dei bacini imbriferi; le sue oscillazioni influiscono anche sul regime della falda idrica sotterranea, contribuendo a determinare gli innalzamenti del livello freatico sopra descritti.

Per quanto riguarda il pericolo di esondazione per innalzamento del livello del Lago, lo studio geologico a supporto del PRG segnala quale quota di sicurezza per le nuove previsioni insediative l'isoipsa 260 m. s.l.m., tenuto conto dell'attuale soglia di sfioro dell'emissario e degli eventi estremi degli ultimi 80 anni. Il presente progetto di variante stradale partendo da tale quota del p.c. in corrispondenza dello svincolo nord, in prossimità di Lido Rigutini, si sviluppa poi completamente a monte.

Per quanto riguarda il Fosso Paganico, lo studio geologico a supporto del PRG segnala la possibilità di esondazioni per tempi di ritorno di 100 anni, in prossimità delle aree "produttive miste" di Castiglione del Lago, ovvero in prossimità dell'attraversamento previsto dalla variante stradale in progetto.

Tale aspetto è stato analizzato nello studio di ottobre 2008 redatto dal CNR "Analisi della pericolosità idraulica del torrente Paganico", in cui è individuata la fascia di esondazione con tempi di ritorno di 200 anni, e calcolato il tirante idrico corrispondente; in base a quanto sopra, sono state previste in progetto delle opere di trasparenza idraulica, descritte nei capitoli 4 e 7.

pozzo n.	liv. stat. da p.r. (m)	liv. din. da p.r. (m)	p.r. da p.c. (m)	liv. stat. da p.c. (m)	quota p.c. s.l.m. (m)	liv. stat. s.l.m. (m)
1	1,60		0,16	1,44	262,55	261,11
2		8,495	0,87			
3	2,61		0,51	2,10	258,50	256,40
4	2,82		0,77	2,05	262,40	260,35
5	2,70		0,58	2,12	264,00	261,88
6	9,24		1,00	8,24	273,10	264,87
7	8,64		0,55	8,09	273,10	265,02
8	9,63		0,94	8,69	273,50	264,81
9	8,10		0,80	7,30	277,00	269,70
10	8,07		0,60	7,47	276,70	269,23
11	5,16		0,90	4,26	272,60	268,34
12	4,15		0,73	3,42	265,60	262,19
13	3,73		0,90	2,83	264,40	261,57
14	2,30		0,80	1,50	266,80	265,30
15	6,09		0,90	5,19	269,00	263,82
16	5,00		0,40	4,60	269,00	264,40
17	3,06		0,80	2,26	265,00	262,74
18	4,24		0,90	3,34	264,80	261,46
19	4,21		0,84	3,37	266,00	262,63
20	3,56		0,82	2,74	268,50	265,76
21	4,35		0,60	3,75	272,00	268,25
22	10,07		0,70	9,37	283,60	274,24
23	13,10		0,92	12,18	286,00	273,83
24	4,85		0,79	4,06	271,10	267,05
25	2,41		0,66	1,75	262,20	260,46
26	4,52		0,74	3,78	261,50	257,72
27	5,07		0,94	4,13	271,70	267,58
28	5,74		0,76	4,98	278,90	273,93
29	7,89		0,84	7,05	286,50	279,45
30	3,60		0,66	2,94	267,50	264,56

6.6 CONCLUSIONI

Le indagini geologiche ed idrogeologiche di prima approssimazione, previste per il progetto preliminare, portano ad un sostanziale giudizio positivo sulla fattibilità dell'opera, sia dal punto di vista meramente tecnologico-esecutivo che dal punto di vista della compatibilità ambientale (relativamente alle componenti geologica ed idrogeologica).

Gli elementi ed i fattori da tenere in particolare considerazione nei successivi livelli di progettazione sono riferiti in particolare:

- alla presenza di terreni saturi coesivi ed attritivi, caratterizzati probabilmente da valori dei parametri geotecnici piuttosto modesti, che influiranno sulle soluzioni progettuali da adottare, anche in funzione della pur modesta sismicità dell'area;
- alla presenza della falda freatica in superficie, che condiziona la progettazione sia per l'interferenza diretta che può avere su talune opere (sotopassi), sia indiretta per eventuali abbattimenti di livello programmati (rilevati, cedimenti indotti), sia per l'influenza sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e sul comportamento dei rilevati e sottofondi stradali (risalita capillare);
- alle ipotesi di possibile contaminazione della falda freatica superficiale, a causa di sversamenti accidentali causati dai mezzi in transito e del percolato di dilavazione del manto stradale;
- alla verifica delle portate di massima piena dei corsi d'acqua principali, al fine di limitare gli effetti di eventuali fenomeni di esondazione.

Le successive fasi della progettazione, per le quali è prevista la redazione della relazione geologica, della relazione geotecnica, della relazione idrologica ed idraulica, saranno precedute da una campagna di indagini geognostiche che consentirà l'esatta definizione del modello geologico-tecnico del sottosuolo e l'illustrazione dettagliata degli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici. Le verticali di indagine geognostica, opportunamente selezionale, saranno anche strumentate ed utilizzate per successivi monitoraggi mirati della falda idrica (misure di livello, soglie di allarme, abbattimenti indotti e cedimenti differenziali, prelievo di campioni per il monitoraggio qualitativo delle acque di falda).

6.7 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel 2006 è stata condotta una estesa campagna di indagine geognostica, comprendente sondaggi a rotazione, prove di laboratorio sui campioni prelevati e prove penetrometriche statiche, sulla scorta del tracciato individuato all'epoca.

Tale campagna, più estesa rispetto al tracciato della attuale variante, deve oggi essere integrata, in quanto nel tratto terminale il tracciato planimetrico è stato modificato; inoltre, in base alle norme tecniche vigenti (NTC08), occorre acquisire informazioni sulla velocità di propagazione delle onde sismiche ai fini della classificazione sismica del sottosuolo.

Pertanto è stato redatto un piano di indagini integrative, riportato nell'elaborato D-GEO-03 "Piano delle indagini e prove geognostiche – Planimetria con ubicazione delle inndagini".

Sono state previste ulteriori 3 prove penetrometriche statiche in corrispondenza di quelle effettuate in precedenza, ma sul nuovo tracciato, che è troppo distante dal precedente per poter utilizzare i dati disponibili; in tal modo si potrò ottenere anche una correlazione che consentirà di definire delle sezioni geolitologiche trasversali.

E' prevista una stesa sismica in prossimità dell'opera di attraversamento del torrente Paganico, con la quale sarà definita la velocità di propagazione delle onde sismiche e di conseguenza la classe del sottosuolo ai sensi delle NTC08.

Infine, è prevista l'esecuzione di 3 pozzetti esplorativi lungo il tracciato in progetto, con prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio per verificarne l'idoneità alla stabilizzazione a calce e/o cemento (classificazione, tenore di sostanza e solfati, determinazione del contenuto ottimale di legante) ipotizzata in progetto.

In corrispondenza dei pozzetti verranno inoltre eseguite delle prove di carico su piastra alla profondità di 50 cm, per verificare la portanza del terreno a tale profondità, in modo da valutare se la profondità della bonifica prevista sia sufficiente.

7 SISMICA

7.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sono riportati gli esiti delle indagini geologiche ed idrogeologiche preliminari relative alla "Variante della SS71 Umbro-Casentinese – tratto variante di Castiglione del Lago".

7.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Per la progettazione e la costruzione delle opere si fa riferimento alla seguente normativa:

[1] D.M. 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni.

[2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

7.3 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Come definito al punto 2.4.3 delle Norme Tecniche, le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$V_R = V_N \times C_U$$

La vita nominale delle opere in oggetto è assunta pari a VN = 50 anni, mentre il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, dalla tabella 2.4.II delle Norme Tecniche:

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Data la particolarità delle opere presenti nei lavori in oggetto , nel caso in esame si adotta la **classe d'uso II**, cui corrisponde

CU = 1.0 e quindi:

VR = 50 anni

Per gli Stati Limite Ultimi ci si riferisce allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV); in tale situazione la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, necessario ad individuare l'azione sismica agente, è pari al 10%.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica è dato dall'espressione:

TR = - VR / Ln(1- PVR)

da cui si ottiene: **TR = 712 anni**

Per la definizione delle azioni sismiche si rimanda al paragrafo successivo.

7.4 AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

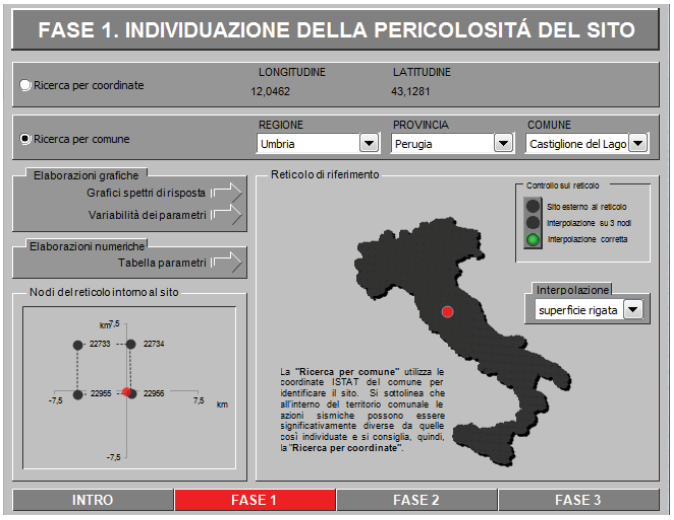
Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR}, nel periodo di riferimento V_R.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. È conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento si può ricavare il tempo di ritorno del sisma che serve per le verifiche ai quattro stati limite previsti:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Le nuove NTC, per ciascun nodo del reticolo di riferimento, forniscono i tre parametri necessari a determinare l'input sismico.

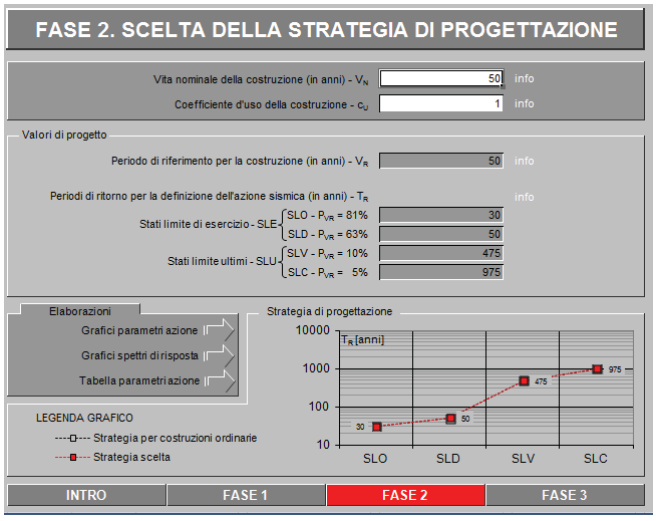
Per poterli determinare si deve definire la posizione del sito in questione all'interno dei Comuni interessati:



Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,053	2,536	0,258
50	0,065	2,553	0,271
72	0,074	2,553	0,277
101	0,086	2,514	0,282
140	0,098	2,477	0,284
201	0,114	2,459	0,286
475	0,153	2,466	0,288
975	0,192	2,471	0,292
2475	0,249	2,478	0,307

In funzione dei parametri assunti nel paragrafo 3 si ottiene:



Per i periodi di ritorno associati a ciascuno Stato limite, risultano i seguenti parametri:

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,053	2,536	0,258
SLD	50	0,065	2,553	0,271
SLV	475	0,153	2,466	0,288
SLC	975	0,192	2,471	0,292

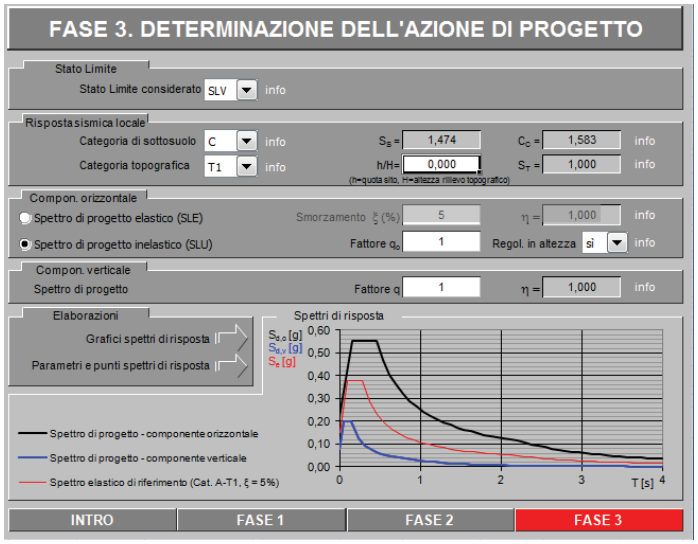
Categoria del Suolo di Fondazione

Il sito in via preliminare può essere classificato da un punto di vista del suolo di fondazione alla categoria **C**: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiri a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15<$N_{SPT,30}$ < 50 nei terreni a grana grossa e 70< $c_{u,30}$ < 250 kPa nei terreni a grana fina)."*

Per le opere in oggetto si assumono inoltre:

Categoria topografica T1 St =1

Classe di duttilità "B"



Per lo stato limite SLV si ottiene il seguente spettro di progetto:

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,153 g
F_o	2,466
T_C^*	0,288 s
S_S	1,474
C_C	1,583
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,474
η	1,000
T_B	0,152 s
T_C	0,456 s
T_D	2,212 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,225
T_B ←	0,152	0,556
T_C ←	0,456	0,556
	0,540	0,470
	0,624	0,407
	0,707	0,359
	0,791	0,321
	0,874	0,290
	0,958	0,265
	1,041	0,244
	1,125	0,225
	1,209	0,210
	1,292	0,196
	1,376	0,184
	1,459	0,174
	1,543	0,164
	1,627	0,156
	1,710	0,148
	1,794	0,141
	1,877	0,135
	1,961	0,129
	2,044	0,124
	2,128	0,119
T_D ←	2,212	0,115
	2,297	0,106
	2,382	0,099
	2,467	0,092
	2,552	0,086
	2,637	0,081
	2,723	0,076
	2,808	0,071
	2,893	0,067
	2,978	0,063
	3,063	0,060
	3,148	0,057
	3,234	0,054
	3,319	0,051
	3,404	0,048
	3,489	0,046
	3,574	0,044
	3,659	0,042
	3,745	0,040
	3,830	0,038
	3,915	0,037
	4,000	0,035

8 IDROLOGIA E IDRAULICA

8.1 VALUTAZIONE DELLE PIOGGE

La caratterizzazione pluviometrica di una data zona consiste nella definizione, attraverso analisi statistica, delle cosiddette curve di caso critico o curve di possibilità pluviometrica, le quali forniscono, per un assegnato valore del tempo di ritorno, la relazione tra la durata della pioggia δ e la relativa altezza di precipitazione h (o la relativa intensità di precipitazione i). Queste relazioni manifestano un andamento caratteristico, con l'altezza di pioggia che cresce meno che proporzionalmente con l'intervallo di riferimento e con l'intensità che tende a un valore finito elevato quando l'intervallo tende a zero e ad una valore piccolo, ma non nullo, quando l'intervallo diventa molto lungo.

Il valore di altezza di precipitazione h è stato determinato facendo riferimento ai parametri della curva di possibilità pluviometrica contenuti nel documento "*Determinazione delle Precipitazioni di Massima Intensità e Breve Durata*" redatto cura della *Regione Umbria – Giunta Regionale Area operativa Ambiente e Infrastrutture – Ufficio Difesa del Suolo – Servizio Idrografico Regionale*.

Tale studio è stato condotto su dati di pioggia del pluviometro di Castiglione del Lago con durata compresa tra 1 e 24 ore e, dunque, è utilizzabile, a rigore, solamente entro questo campo di valori temporali.

In base a quanto suggerito dal documento "Determinazione delle Precipitazioni di Massima Intensità e Breve Durata" sopracitato, la famiglia delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica L.S.P.P. viene determinata tramite la relazione:

$$h_T(d) = m_1 \cdot (1+V \cdot K_T) \cdot d^{\,n}$$

dove:

- $h_T(d)$ = altezza di pioggia, dipendente dal *periodo di ritorno* "*T*" e dalla *durata di pioggia* "*d*", con d = t_c, [mm];
- V = coefficiente di variazione globale, indipendente dal *periodo di ritorno* "*T*";
- n = esponente di scala, indipendente dal *periodo di ritorno* "*T*";
- m_1 = media dell'altezza di pioggia caduta nella durata di riferimento, indipendente dal *periodo di ritorno* "*T*";
- $\mathbf{K_T}$ = fattore di frequenza, dipendente dal *periodo di ritorno* "*T*":

$$\mathbf{K_T} = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left(0.5772 + \mathbf{log\,log}\frac{\mathbf{T}}{\mathbf{T}-1}\right)$$

I valori del fattore di frequenza sono dunque determinati e riportati nella seguente tabella:

T(anni)	K
5	0.720
10	1.305
20	1.867
25	2.045
50	2.594
100	3.138
200	3.681

Per la stazione di Castiglione del Lago la pubblicazione di riferimento esplicita i seguenti parametri:

V = 0.28; n = 0.22; m1 = 25.15

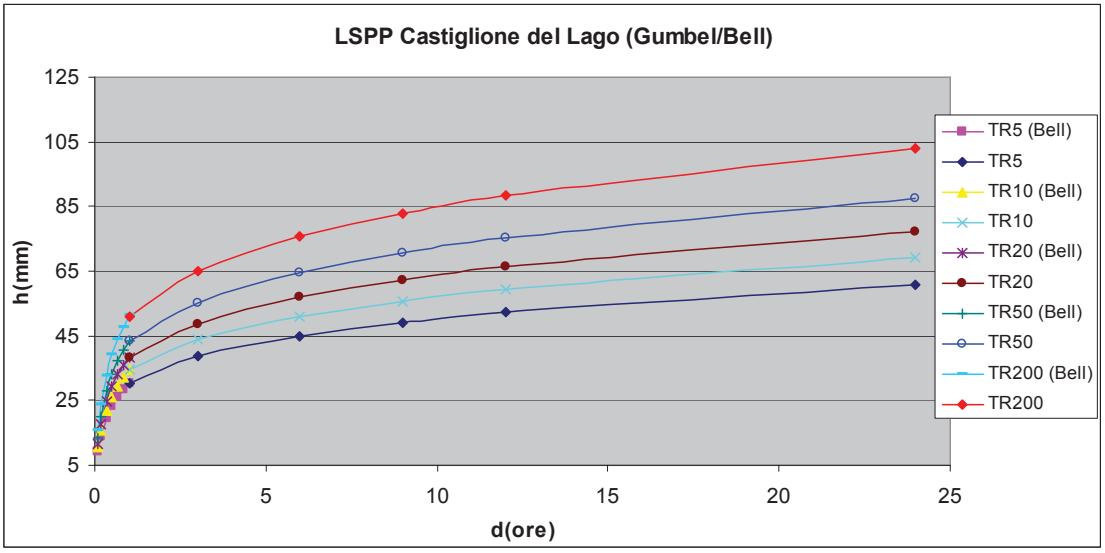
Soprattutto nel dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma, però, sarà necessario prendere in considerazione durate di pioggia inferiori all'ora. Il procedimento finora descritto è invece idoneo a rappresentare gli eventi lunghi (t > 60 min) ma non gli eventi brevi (t < 60 min), poiché questi eventi seguono dinamiche meteorologiche diverse. Pertanto le curve di possibilità pluviometrica che si otterrebbero elaborando i dati di piogge con durata maggiore di un'ora non darebbero valori affidabili per piogge di durata inferiore ai 60 min.

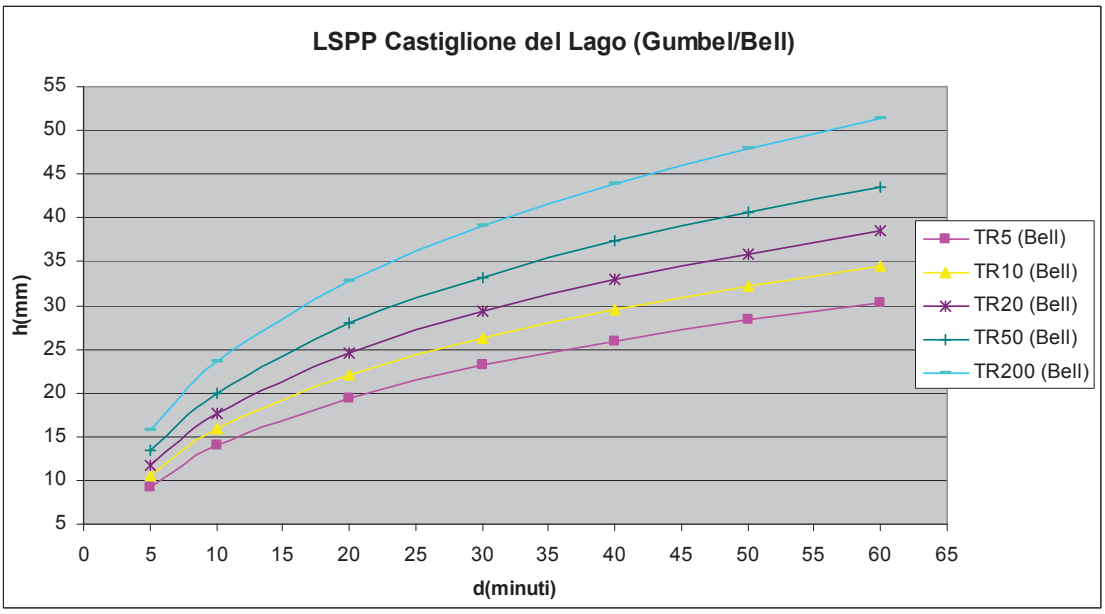
Si è verificato che i valori ottenuti risultano sovrastimati rispetto a quelli che effettivamente si possono verificare. Bell ha elaborato una formula valida per piogge di durata inferiore ai 60 min:

$$\frac{\mathbf{h_{t,T}}}{\mathbf{h_{60,T}}} = 0.54 \cdot \mathbf{t}^{0.25} - 0.50$$

Questa formula consente di calcolare l'altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 min e tempo di ritorno **T** a partire dal valore $\mathbf{h_{60,T}}$ ottenuto dalla curva di possibilità climatica relativa allo stesso tempo di ritorno **T**.

E' pertanto possibile determinare le linee segnalatrici di possibilità pluviometriche estendendole al campo delle durate inferiori all'ora (cfr. grafici nella pagina seguente).





8.2 VALUTAZIONE DELLE PORTATE

Le portate di progetto utili al fine del dimensionamento dei vari manufatti idraulici costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche sono state valutate mediante l'applicazione del metodo cinematico, considerando un tempo di ritorno pari 20 anni:

$$Q = \varphi i(t_c) A$$

dove:

Q = portata di progetto (m^3/s);

φ = coefficiente di deflusso dell'area scolante;

$i(t_c)$ = intensità di pioggia corrispondente alla durata t_c e a tempo di ritorno ventennale (m/s);

t_c = tempo di corrivazione dell'area scolante (s);

A = superficie dell'area scolante (m^2).

Per il coefficiente di deflusso sono stati assunti i seguenti valori:

- superficie stradale: 1;
- aree verdi: 0.3.

Per il calcolo del tempo di corrivazione, essendo i bacini di modesta estensione ed a vantaggio di sicurezza dato il grado di progettazione, come da pratica comune, si è considerato un unico valore del tempo di corrivazione pari a 5 minuti.
E' così possibile determinare l'intensità di pioggia alla base della determinazione delle portate di progetto i = iT (tc) [mm/ora]:

$$i_T(tc) = h_T(tc)/tc = m_1 \cdot (1+V \cdot K_T) \cdot d^{n-1}$$

	Castiglione del Lago (Tr 20)
	(mm/h)
i (5 minuti)	141.47

Di seguito si riporta in forma tabulare l'applicazione della formula cinematica di cui sopra considerando le superfici scolanti di competenza delle linee di drenaggio da utilizzare per la verifica dei principali dispositivi idraulici di progetto.

Portate di progetto

Portata Qp =	φ*i(tc)*A	m3/sec

con

	sup.strdale		aree verdi		
φ =	1		0.3		coeff. di deflusso area scolante
tc =	5	min	0.0833	h	tempo di corrivazione
Tr=	20	anni			tempo di ritorno
a(Tr 20)=	38.3414				parametro
t >1h n	0.2200		t< 1 h Bell		parametro
h	11.7895	mm			altezza delle precipitazioni
i	141.4743	mm/h	3.93E-05	m/sec	intensità di precipitazioni

ACQUE DI PIATTAFORMA
(Valori massimi)

	Tratto	Ab m2	At m2	afflussi l/s	Q_p l/s
VERIFICA BANCHINA PAV.	**Rettifilo - 10 m**	48			1.87
VERIFICA BANCHINA PAV.	**Curva - 10 m**	95			3.73
VERIFICA BANCHINA PAV.	**Rettifilo - 20 m**	95			3.73
VERIFICA BANCHINA PAV.	**Curva - 20 m**	190			7.47
VERIFICA PEAD400	**Rotatoria A**	1510			59.34
VERIFICA PEAD315	**Semirotatoria A**	755			29.67

ACQUE DI VERSANTE
(Valori massimi)

	Tratto	Ab m2	At m2	afflussi l/s	Q_p l/s
VERIFICA TOMBINO	**Progg. 0-269.35**	1279	53870		685.38
VERIFICA FOSSO	**Progg. 734.31-1400.68**	3165	66637		910.01

8.3 VERIFICA DEI PRINCIPALI DISPOSITIVI IDRAULICI

Le verifiche idrauliche sono condotte nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando la relazione di Chezy:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);

A = area della sezione bagnata (m^2);

R_H = raggio idraulico (m);

i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler viene considerato pari a:

- K_s = 80 $m^{1/3}/s$ (Manning n = 1/80 ~ 0.013 $s/m^{1/3}$) per sia per i manufatti in calcestruzzo che per le tubazioni in materiale plastico
- K_s = 40 $m^{1/3}/s$ (Manning n = 1/40 = 0.025 $s/m^{1/3}$) per i fossi in terra
- K_s = 60 $m^{1/3}/s$ (Manning n = 1/60 ~ 0.017 $s/m^{1/3}$) per la pavimentazione bituminosa stradale

8.4 VERIFICA ALLAGAMENTO DELLA CORSIA DELL'ASSE PRINCIPALE

Gli elementi di scarico previsti dal progetto per l'asse principale sono gli embrici prefabbricati in cemento vibrato posti a margine; il primo elemento di raccolta e drenaggio superficiale, considerando come superficie scolante la piattaforma stradale, è dunque la porzione di margine della carreggiata.

Si verifica di seguito che il collettamento delle acque tra un punto di scarico e l'altro sia garantito quindi da una fascia laterale della carreggiata, che prima del raggiungimento della capacità massima deve scaricare in un fosso in terra al piede del rilevato di progetto; date le ragguardevoli dimensioni della sede stradale di progetto si considera compatibile con la funzionalità della strada urbana locale l'allagamento di una fascia di larghezza massima pari a 1,35 m dal margine.

Si dimostra dunque che nei tratti di rettifilo (superficie scolante coincidente con la semicarreggiata) e nei tratti in curva (superficie scolante coincidente con la carreggiata) le portate di progetto determinate in precedenza per un passo degli embrici di 10 e 20 m siano inferiori alla capacità di drenaggio di una fascia di margine della larghezza considerata ammissibile. Si considerano le sezioni triangolari in bitume di base A = 135 cm, individuata dalla pendenza trasversale della corsia (p=2.5 % in rettifilo e p=5.0% in curva), e si determinano nelle seguenti tabelle le loro scale di deflusso al variare della pendenza longitudinale.

Portate cunetta (banchina)

Formula di Chezy / Gauckler-Strickler: Portata $Q = K \cdot R^{2/3} \cdot A \cdot i^{1/2}$ [mc/s]

tipo	cunetta triangolare in c.b.	tipologia elemento drenante
A	**135.00**	larghezza cunetta (cm)
p	**2.50%**	pendenza trasversale (%)
H	**3.38**	altezza cunetta (cm)
K	**60**	coeff. di scabrezza

				i ‰ (PENDENZA IN PER MILLE) / Qp (PORTATE IN l/s)													
CANALE	C (mm)	A (mm²)	R (mm)	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
A 135 cm, P = 2.5%	1,383.8	22,781.3	16.5	**2.340**	**2.502**	**2.654**	**2.797**	**2.934**	**3.064**	**3.189**	**3.310**	**3.426**	**3.538**	**3.647**	**3.753**	**3.856**	**3.956**
				i (PENDENZA) / Vp (VELOCITA' m/s)													
CANALE	C (m)	A (m²)	R (m)	0.0007	0.0008	0.0009	0.001	0.0011	0.0012	0.0013	0.0014	0.0015	0.0016	0.0017	0.0018	0.0019	0.002
A 135 cm, P = 2.5%	1.38375	0.02278	0.01646	0.103	0.110	0.116	0.123	0.129	0.135	0.140	0.145	0.150	0.155	0.160	0.165	0.169	0.174

tipo	cunetta triangolare in c.b.	tipologia elemento drenante
A	**135.00**	larghezza cunetta (cm)
p	**5.00%**	pendenza trasversale (%)
H	**6.75**	altezza cunetta (cm)
K	**60**	coeff. di scabrezza

				i ‰ (PENDENZA IN PER MILLE) / Qp (PORTATE IN l/s)													
CANALE	C (mm)	A (mm²)	R (mm)	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
A 135 cm, P = 5.0%	1,417.5	45,562.5	32.1	**7.312**	**7.817**	**8.291**	**8.739**	**9.166**	**9.574**	**9.964**	**10.341**	**10.704**	**11.055**	**11.395**	**11.725**	**12.046**	**12.359**
				i (PENDENZA) / Vp (VELOCITA' IN m/s)													
CANALE	C (m)	A (m²)	R (m)	0.0007	0.0008	0.0009	0.001	0.0011	0.0012	0.0013	0.0014	0.0015	0.0016	0.0017	0.0018	0.0019	0.002
A 135 cm, P = 5.0%	1.41750	0.04556	0.03214	0.160	0.172	0.182	0.192	0.201	0.210	0.219	0.227	0.235	0.243	0.250	0.257	0.264	0.271

Si nota come tali "canali" di margine della carreggiata siano in grado di far defluire una portata di moto uniforme maggiore di quella di progetto determinate in precedenza in particolare nei tratti di pendenza longitudinale i ~ 0.1%, per interassi degli embrici di 10 m, e i non inferiore a 0.2% per interassi degli embrici di 20 m.

8.5 VERIFICA DEI TOMBINI

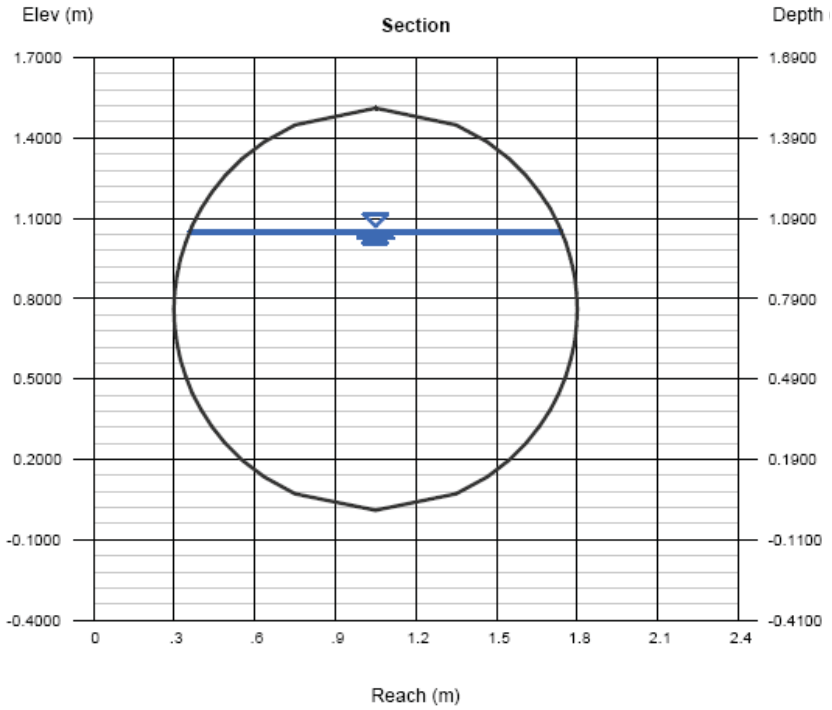
I fossi in terra ai piedi del rilevato di progetto dell'asse principale sono collegati mediante opere di attraversamento costituite da tubazioni prefabbricate in cls pressovibrati autoportanti collegate ai fossi da vasche di raccordo in c.c.a. gettate in opera. Nei casi maggiormente gravosi i tombini devono garantire il drenaggio dei dell'acqua della superficie scolante del rispettivo tratto di versante a monte (si considera una fascia di 200 m) e la continuità di eventuali fossi in terra esistenti.

Considerando per i fossi in terra esistenti una sezione trapezia 70x70 cm, una pendenza di fondo del fosso dello 0.5% ed un grado di riempimento del 100% ne scaturisce una portata di deflusso in moto uniforme pari a 1161 l/s. Per la verifica del tombino, tale portata a cui deve essere garantita continuità, deve essere sommata alla portata di progetto determinata in precedenza nel caso più gravoso (tra le progr. 0 e 269.35), ottenendo:

$$Q = 1161 + 685.38 = 1846.38 \text{ l/s}$$

Si considera una pendenza di fondo dello 0.1%.

Circular		Highlighted	
Diameter (m)	= 1.5000	Depth (m)	= 1.0394
		Q (cms)	= 1.8460
		Area (sqm)	= 1.3096
Invert Elev (m)	= 0.0100	Velocity (m/s)	= 1.4096
Slope (%)	= 0.1000	Wetted Perim (m)	= 2.9550
N-Value	= 0.013	Crit Depth, Yc (m)	= 0.6980
		Top Width (m)	= 1.3821
Calculations		EGL (m)	= 1.1407
Compute by:	Known Q		
Known Q (cms)	= 1.8460		

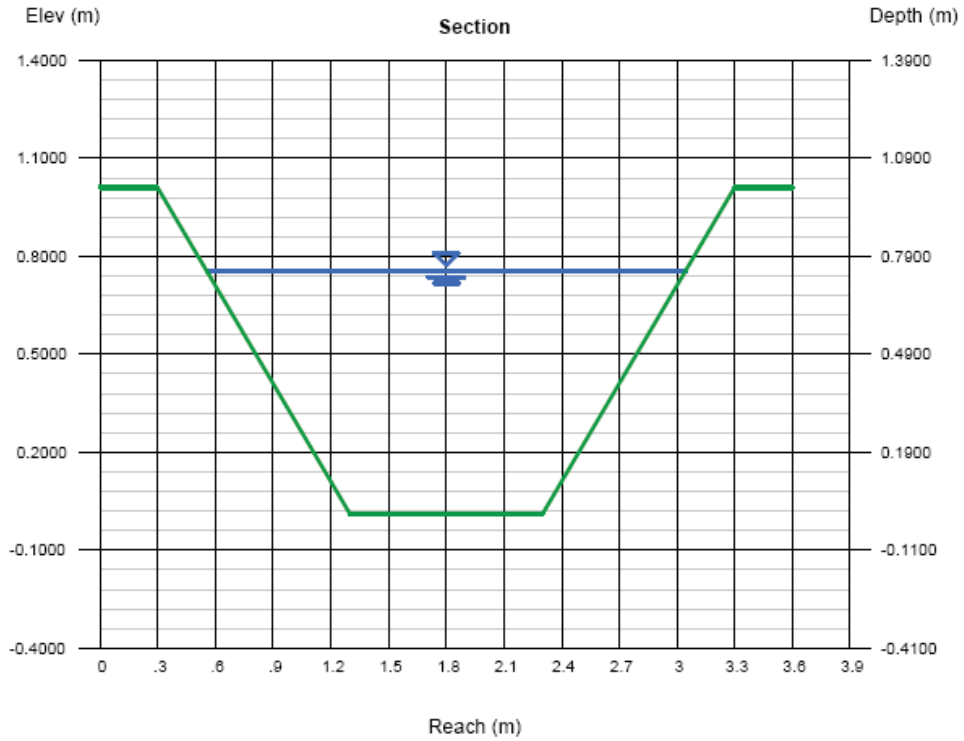


I gradi di riempimento e la velocità di moto uniforme determinati verificano il manufatto ($G_r \leq 80\%$ e $v \leq 5$ m/s).

8.6 VERIFICA DEI FOSSI IN TERRA

Si fornisce di seguito la verifica di moto uniforme del fosso in terra al piede del rilevato di progetto dell'asse principale (sezione trapezia 100x100 cm) considerando una pendenza cautelativa del fondo dell'alveo i=0.1%. La portata di progetto è stata determinata nel tratto maggiormente gravoso tra le progressive 734.31 e 1400.68 in cui i fossi di monte e di valle, collegati dai tombini trasversali di cui sopra, devono drenare il tratto di maggior lunghezza di versante e monte (si considera una fascia di 200 m) e di piattaforma stradale prima di scaricare nel fosso Paganico. Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler viene considerato pari a 40 $m^{1/3}/s$ (Manning n = 1/40 = 0.025). La verifica non tiene conto, a vantaggio di sicurezza dei fossi esistenti che, innestati sul fosso di progetto di valle, costituiscono scarichi trasversali di troppo pieno per quest'ultimo sottraendo portata al sistema dei fossi di progetto e ripristinando in condizioni di massima portata un reticolo di drenaggio molto simile a quello *ante-operam*.

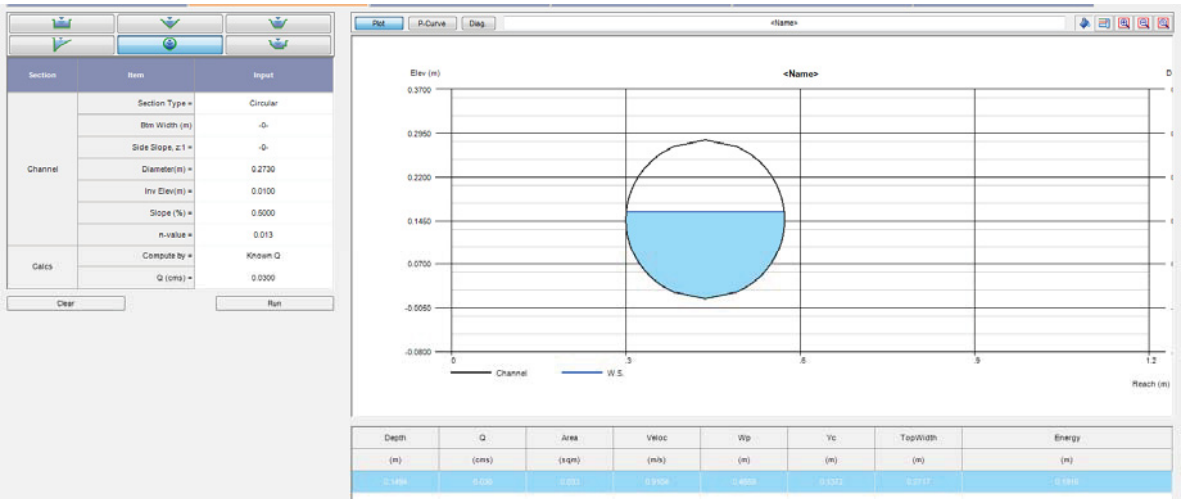
Trapezoidal		**Highlighted**	
Bottom Width (m)	= 1.0000	Depth (m)	= 0.7437
Side Slopes (z:1)	= 1.0000, 1.0000	Q (cms)	= 0.9100
Total Depth (m)	= 1.0000	Area (sqm)	= 1.2968
Invert Elev (m)	= 0.0100	Velocity (m/s)	= 0.7017
Slope (%)	= 0.1000	Wetted Perim (m)	= 3.1035
N-Value	= 0.025	Crit Depth, Yc (m)	= 0.3840
		Top Width (m)	= 2.4874
Calculations		EGL (m)	= 0.7688
Compute by:	Known Q		
Known Q (cms)	= 0.9100		

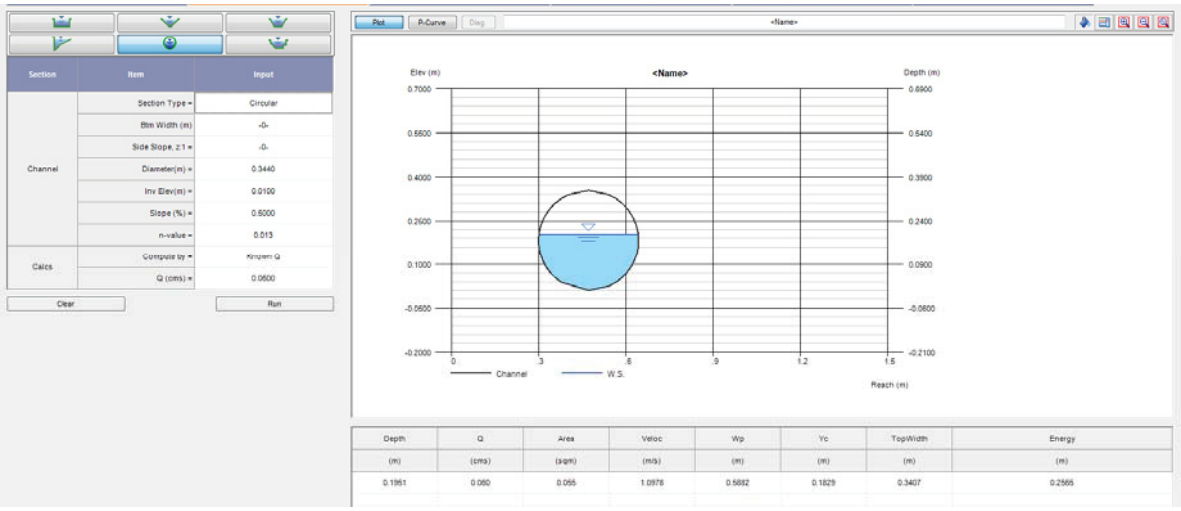


I controlli in termini di grado di riempimento e velocità di deflusso (Gr ≤ 80% e v ≤ 2 m/s) sono ampiamente verificati.

8.7 VERIFICA DELLE TUBAZIONI IN PEAD

In riferimento alla configurazione di progetto, considerando le portate di progetto determinate in precedenza e una pendenza di scorrimento i=0.5% si riportano di seguito le verifiche delle linee idrauliche in termini di grado di riempimento e velocità di deflusso ($G_r \leq 80\%$ e $v \leq 5$ m/s) per le tubazioni in PEAD 315 e 400.





Le verifiche risultano tutte soddisfatte.

8.8 OPERE DI TRASPARENZA IDRAULICA E FRANCO IDRAULICO IN CORRISPONDENZA DEL PONTE DI PROGETTO DI ATTRAVERSAMENTO DEL FOSSO PAGANICO

Il tracciato stradale, in corrispondenza della progressiva 725 circa, prevede l'attraversamento del fosso Paganico mediante la realizzazione di un ponte di lunghezza pari a circa netta 17,30 m. Per valutare la pericolosità idraulica connessa alla realizzazione delle opere stradali di progetto si fa riferimento allo studio di ottobre 2008 prodotto dal CNR "Analisi della pericolosità idraulica del torrente Paganico".

In particolare, da questo, si può desumere come nel tratto di intersezione con l'asse principale di progetto il fosso Paganico provoca, per un tempo di ritorno di 200 anni, estesi allagamenti in destra ed in sinistra idrografica per una larghezza complessiva di circa 435 m determinando un tirante idrico di circa 40 cm sul piano campagna.

Si assume pertanto come massima quota duecentennale del pelo libero sulla sezione di realizzazione del nuovo ponte Q = 264,00; le strutture del nuovo ponte sono pertanto state progettate in modo da garantire un franco netto di almeno 1 metro rispetto a tale livello. Inoltre, al fine di non creare apprezzabili incrementi di rischio idraulico nelle aree limitrofe al fosso Pagnaico, in corrispondenza della fascia di esondazione di cui sopra, sono state previste opere di trasparenza idraulica costituite da scatolari in c.c.a. gettatati in opera delle dimensioni nette 3,00 x2,00 m che attraversano completamente in rilevato stradale ad interessasse di circa 50 m. In due casi queste opere sono state realizzate in corrispondenza di fossi esistenti in modo da garantirne la continuità idraulica.

8.9 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Le acque di piattaforma di competenza delle tre rotatorie, in cui è maggiore la probabilità di sversamenti accidentali, sono raccolte da caditoie realizzate con pozzetti prefabbricati in c.a.v. e griglie sommitali in ghisa C250 alloggiate in banchina e smaltite da linee di condotte interrate in PEAD che, a gravità, conferiscono l'acqua drenata ad un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia prima di essere inviate al fosso di progetto.

Gli impianti di trattamento impiegati, da installare all'interno dell'isola centrale di ogni rotatoria, saranno prefabbricati, prodotti in aziende certificate ISO 9001/2008, del tipo in continuo, in grado di trattare una superficie scoperta impermeabile di 1800 mq con portata di progetto di 10 lt/s. Questi dovranno trattare acque contaminate da idrocarburi, oli minerali e sedimenti pesanti ai sensi del Dlgs n. 152 del 2006 (tab. 3) e sono dimensionati per il trattamento di una portata di pioggia di 5 mm di un evento meteorico scaricati in 15 minuti.

Ogni impianto sarà costituito da:

- pozzetto scolmatore in monoblocco liscio di polietilene (PE) con tronchetti di entrata, by-pass per scolmare le acque eccedenti la portata di progetto e di uscita in PVC con guarnizione a tenuta e ispezione con chiusino in PP;
- separatore di sabbie e altri sedimenti pesanti corrugato in monoblocco di polietilene (PE), rispondente alle norme UNI EN 1825-1, dotato di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con deflettore a T e tubazione sommersa; dotato anche di sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo;
- Vasca di separazione degli oli e idrocarburi in sospensione, in monoblocco di polietilene, certificata secondo la norma UNI-EN 858-1, dotata di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di un percorso idraulico con presenza di filtro a coalescenza in spugna poliuretanica alloggiato all'interno di un cestello in acciaio inox estraibile; dotato di otturature a galleggiante, sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo.

9 INTERFRENZE

9.1 VALUTAZIONE DELLE PIOGGE

Nell'area in studio, anche in considerazione della tipologia dell'intervento, che non prevede per la formazione del rilevato stradale scavi o lavorazioni di profondità superiore a 50 cm, non sono presenti interferenze di rilievo, fatta eccezione per una importante condotta a fini irrigui, proveniente dall'invaso artificiale di Montedoglio.

La condotta è costituita da una tubazione in acciaio del diametro di 1,80 m, che nell'area in studio presenta un ricoprimento di circa 1,50 m.

La modifica del tracciato planimetrico attuata rispetto all'ipotesi a suo tempo approvata prevista nel progetto preliminare redatto nel 2001 ha consentito di non attraversare tale condotta lungo lo sviluppo del tracciato stesso; il punto in cui la distanza tra l'infrastruttura stradale e la tubazione è minore si verifica in corrispondenza dell'intersezione finale tra la variante e la strada comunale per Piana, la quale è attraversata dalla condotta che in corrispondenza dell'attraversamento è protetta con controtubo per un tratto di circa 35 m a cavallo della strada comunale.

Pertanto, per evitare ulteriori interferenze, l'intersezione finale è stata geometrizzata in modo da non interessare la condotta né con la variante, né con la rotatoria, né con la deviazione della strada comunale necessaria per il suo innesto in rotatoria, deviazione che avviene immediatamente dopo l'attraversamento esistente, già protetto.

Le eventuali interferenze con gli ordinari servizi aerei e interrati in corrispondenza delle intersezioni con la viabilità esistente, sia in riferimento all'assetto definitivo che alla fase di costruzione, verranno dettagliate nel progetto definitivo anche sulla base delle informazioni che verranno fornite dagli enti gestori in sede di conferenza di servizi sul progetto preliminare.

10 ESPROPRI

10.1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione illustra la consistenza delle aree e degli immobili da utilizzare per la realizzazione dell'opera e la valutazione dei prevedibili oneri.

La stesura del documento parte da una breve descrizione dell'attuale situazione, per arrivare all'individuazione e alla descrizione delle principali caratteristiche degli immobili da interessare con le nuove opere, evidenziando i punti di maggior criticità conseguenti allo stato dei luoghi e alle implicazioni di natura urbanistica che ne derivano.

10.2 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Documenti

Elaborati progettuali:

PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE D'ESPROPRIO

Sono state altresì considerate le planimetrie recanti l'individuazione delle aree impegnate e relative fasce di rispetto di seguito indicate:

PLANIMETRIA CATASTALE

Normative di riferimento

Vengono di seguito elencate le principali Leggi di riferimento da utilizzare per le espropriazioni per causa di pubblica utilità:

- D.P.R. 08/06/2001, n.327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità"

10.3 CRITERI DI STIMA DELL'INDENNITÀ

Aree agricole

L'indennità per l'espropriazione delle aree agricole è stata determinata moltiplicando il valore ricavato facendo riferimento al valore commerciale, desunto da un'indagine di mercato eseguita in loco e contemperata dalle valutazioni espresse in pubblicazioni specializzate nel monitoraggio dei prezzi del mercato immobiliare (come "Listino dei prezzi degli immobili – Camera commercio") per la superficie da espropriare.

Aree urbane

Ai fini estimativi, l'indennità afferente le aree edificate ed edificabili, è stata stimata secondo un'indagine di mercato eseguita in loco e contemperata dalle valutazioni espresse in pubblicazioni specializzate nel monitoraggio dei prezzi del mercato immobiliare (come "Listino dei prezzi degli immobili – Camera commercio")

Relativamente alle aree edificate il prezzo di esproprio è stato determinato tenendo conto che le stesse verranno interessate solo parzialmente e che di conseguenza va valutato l'effetto patrimoniale dello scorporo dalla restante parte; si è inoltre tenuto conto del fatto che in linea di massima si tratta di aree che hanno già espresso il loro potenziale edificatorio con le volumetrie già realizzate oppure di aree costituenti unicamente pertinenze di fabbricati abitativi e produttivi da demolirsi.

Si è quindi ricavato un valore medio ponderato moltiplicato poi per la relativa superficie.

10.4 STIMA DELL'INDENNITÀ

La valutazione complessiva del costo degli espropri, con esclusione degli oneri di gestione tecnica e finanziaria, è stata effettuata tenendo conto delle seguenti voci:

- La superficie presunta da espropriare
- Il prezzo medio delle aree da espropriare (ottenuto secondo legge)
- Gli oneri fiscali per il trasferimento della proprietà

Nell'elaborato H-ESP-01 "Elenco delle ditte" è riportata la lista delle particelle interessate dagli espropri, con indicazione delle superfici, del valore unitario presunto delle aree e degli oneri previsti per gli espropri e per le pratiche di trasferimento delle proprietà; il risultato è riassunto nella seguente tabella:

TOTALE 98.568 mq	**€**	**292 012,60**
ONERI TRASFERIMENTO PROPRIETA' (Frazionamenti-Atti-Trascrizioni-Volture)	**€**	**32 000,00**
TOTALE COMPLESSIVO ESPROPRI PROGETTO PRELIMINARE	**€**	**324 012,60**

11 IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

In corrispondenza delle intersezioni con rotatoria è previsto un impianto di pubblica illuminazione.

Per il dimensionamento illuminotecnico delle rotatorie in oggetto si è effettuato un calcolo preliminare mediante l'ausilio del programma DIALux evo.

La normativa illuminotecnica di riferimento è la UNI 11248 ("Illuminazione stradale") che classifica le rotatorie nella categoria illuminotecnica CE2 per il quale vengono forniti i valori minimi da garantire:

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico	
Classe	**E. Medio** (minimo mantenuto) lx	**U_0 Emedio**	**Ti** (Valore dell' incremento di soglia)	**Classe**	**E_{SC} Minimo** (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	**ES1**	10
CE1	30	0,4	10	**ES2**	7,5
CE2	20	0,4	10	**ES3**	5
CE3	15	0,4	15	**ES4**	3
CE4	10	0,4	15	**ES5**	2
CE5	7,5	0,4	15	**ES6**	1,5
Classe	**E. Medio** (minimo mantenuto) lx	**E. min** (mantenuto)	**Ti** (Valore dell' incremento di soglia)	**ES7**	1
S1	15	5	15	**ES8**	0,75
S2	10	3	15	**ES9**	0,5
S3	7,5	1,5	15	**Illuminamento verticale**	
S4	5	1	20	**Classe**	**E_V Minimo** lx
S5	3	0,6	20	**EV3**	10
S6	2	0,6	20	**EV4**	7,5
S7	Non determinato			**EV5**	5

Estratto dalla norma UNI 11248 : Tabella 8:
Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es.

Dal dimensionamento effettuato si è deciso di adottare apparecchi illuminanti a LED di potenza pari a 109 Watt tipo "3270 - Stelvio 1 plus – stradale" della Disano montati su pali conici diritti di altezza fuori terra pari a 8,00 metri.

Ciò fornisce i seguenti risultati (vedi anche allegato A):

- Rotatoria a Nord e Centrale valore di E.Medio garantito pari a 21 lx e 1.19 cd/m^2 per il quale sono stati adottati n° 6 armature stradali per l'illuminamento del solo anello circolatorio e n°2 armature per l'illuminazione di ogni singolo ramo;
- Rotatoria a Sud valore di E.Medio garantito pari a 23 lx e 1.31 cd/m^2 per il quale sono stati adottati n°8 armature stradali per l'illuminamento del solo anello circolatorio e n°2 armature per l'illuminazione di ogni singolo ramo;

L'armatura stradale adottata presenta le seguenti caratteristiche:

Corpo e telaio: In alluminio pressofuso e disegnati con una sezione e bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura.
Ottiche: Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimenti resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Recuperatori di flusso in policarbonato V2.
Attacco palo: In alluminio pressofuso è provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni. Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta; e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5° Idoneo per pali di diametro 63-60mm.
Diffusore: vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001)
Verniciatura: A polvere con resina a base poliestere, resistente alla corrosione e alle nebbie saline.
Dotazione: Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico. Protezione contro gli impulsi conforme alla EN 61547. Con dispositivo elettronico dedicato alla protezione del modulo LED.
Equipaggiamento: Completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea. Sezionatore di serie in doppio isolamento che interrompe l'alimentazione elettrica all'apertura della copertura.
A richiesta: E' possibile installare, a bordo dell'apparecchio, un sistema di controllo per la rete gestione con linea dimming 1-10V per la ricezione e trasmissione dati.
Dissipatore: Il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature inferiori ai 50° (Tj = 85°) garantendo ottime prestazioni/ rendimento ed un' elevata durata di vita.
Tecnologia LED di ultima generazione Ta-30+40°C vita utile 80.000h al 70% L70B20.
Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo di rischio esente
LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 70 (a richiesta 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)
LED 4000K - 700mA - 19440lm - 141W - CRI 70 (a richiesta 350mA - 10692lm - 69W --- 530mA - 14580lm - 106W)
LED 4000K - 700mA - 23760lm - 172W - CRI 70 (a richiesta 350mA - 13068lm - 84W --- 530mA - 17820lm - 128W)
Fattore di potenza >0.9
NORMATIVA: Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529.
A richiesta sono disponibili con:
- alimentatori dimmerabili 1-10V, ordinabili con sottocodice 12
- alimentatori dimmerabili DIG, ordinabili con sottocodice 0041
- dispositivo mezzanotte virtuale ordinabili con sottocodice 30
- alimentatori onde convogliate, ordinabili con sottocodice 0078

Stelvio 1 plus - stradale

L'impianto sarà collegato all'impianto elettrico esistente, con apposito quadro elettrico.

Allegato A

- Rotatorie Nord e Centrale

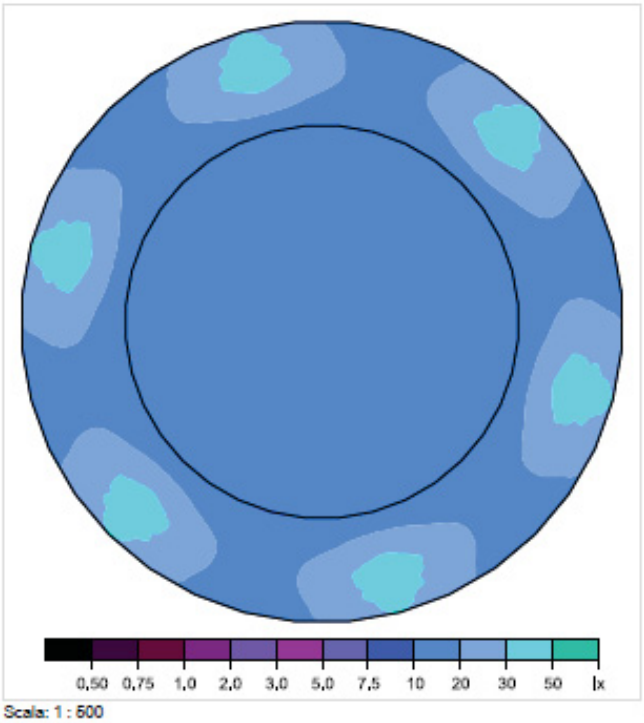
ILLUMINAZIONE 04/04/2016

Rotatorie NOrd e Centrale / Oggetto risultati superfici 1 / Panoramica risultati

Oggetto risultati superfici 1 / Panoramica risultati

Risultato	Medio (nominale)	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
Illuminamento perpendicolare [lx]	21	9.87	36	0.470	0.282
Luminanza [cd/m²]	1.19	0.66	1.98	0.471	0.283

Risultati di calcolo



Scala: 1 : 600

Illuminamento perpendicolare (Superficie)
Medio (effettivo): 21 lx, Min: 9.87 lx, Max: 36 lx, Min/Medio: 0.470, Min/Max: 0.282,

Diagramma colori sfalsati

- Rotatoria Sud

Risultati di calcolo

ILLUMINAZIONE 04/04/2016

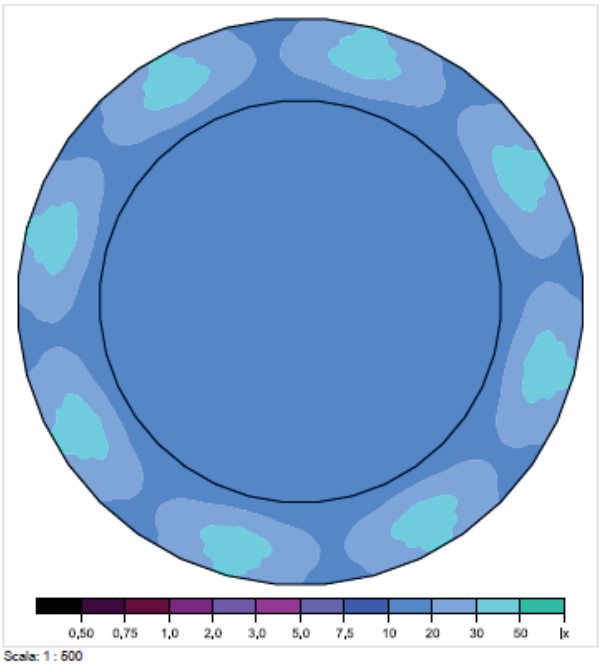
Rotatoria Sud / Oggetto risultati superfici 1 / Panoramica risultati

Oggetto risultati superfici 1 / Panoramica risultati

Risultato	Medio (nominale)	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
Illuminamento perpendicolare [lx]	23	12	36	0.522	0.333
Luminanza [cd/m²]	1.31	0.66	2.03	0.496	0.320

Risultati di calcolo

Oggetto risultati superfici 1 / Colori sfalsati/Illuminamento perpendicolare (adattivo)



Scala: 1 : 500

Illuminamento perpendicolare (Superficie)
Medio (effettivo): 23 lx, Min: 12 lx, Max: 36 lx, Min/Medio: 0.522, Min/Max: 0.333,

Diagramma colori sfalsati

12 TRAFFICO

Il progetto preliminare dell'infrastruttura redatto nel 2001 è stato supportato da uno studio di traffico *ante operam* e *post operam*, avente la finalità di valutare le condizioni d'esercizio della nuova infrastruttura e della rete stradale attuale.

Lo studio, riguardante l'intero tracciato originario della variante come descritto nel capitolo 0 (Premesse), era basato sul modello di traffico provinciale, ed era stato calibrato con specifiche indagini di traffico, effettuate su sezioni della attuale S.S. n° 71, a Nord e sud di Castiglione del Lago, e sulle strade che dipartono dal Capoluogo in direzione Ovest verso Gioiella e Pozzuolo.

I flussi rilevati e quelli simulati in fase di *post operam* sono poi stati utilizzati per l'analisi costi-benefici condotta nel progetto preliminare del 2001.

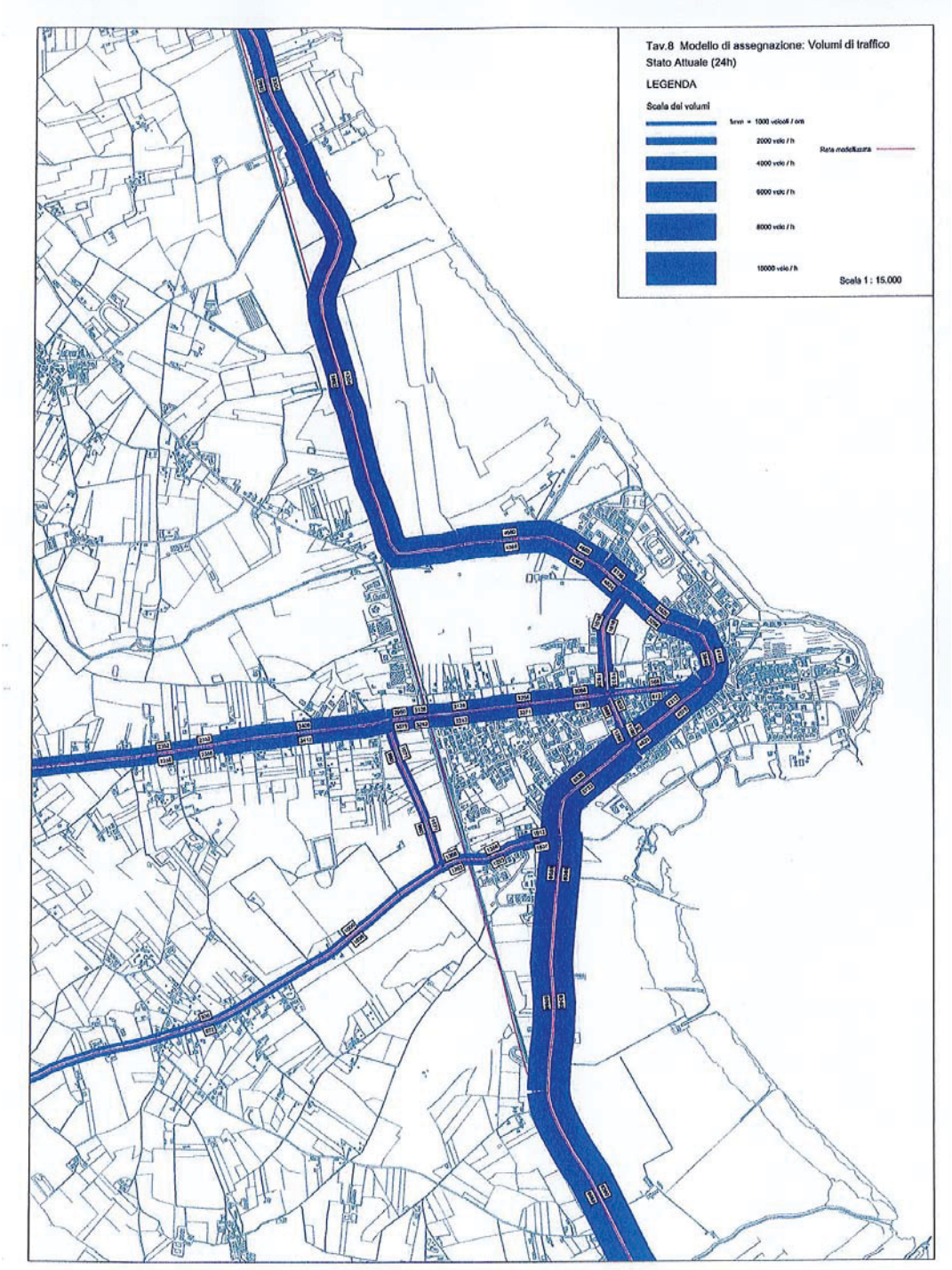
L'analisi di traffico ed i relativi allegati grafici sono contenuti nella specifica relazione tecnica facente parte del progetto preliminare del 2001; in questa sede si riportano sinteticamente le tabelle riassuntive dei flussi di traffico rilevati ed i grafi risultanti dal modello di assegnazione nella situazione *ante operam* ed in quella *post operam*.

Rilievi di traffico

ID MANOVRA	SEZIONE	MANOVRA
1	SS454 – Loc. Castiglione del Lago	Castiglione → Pozzuolo
2	SS454 – Loc. Castiglione del Lago	Pozzuolo → Castiglione
3	SP300 – Loc. Castiglione del Lago	Castiglione → Casamaggiore
4	SP300 – Loc. Castiglione del Lago	Casamaggiore → Castiglione
5	SS71 – Loc. Castiglione del Lago (nord)	Castiglione → Arezzo
6	SS71 – Loc. Castiglione del Lago (nord)	Arezzo → Castiglione
7	SS71 – SP 300 di Romea	SS71 nord → SS71 sud (diritto)
8	SS71 – SP 300 di Romea	SS71 sud → SS71 nord (diritto)
9	SS71 – SP 300 di Romea	SS71 nord → SP300 (svolta sx)
10	SS71 – SP 300 di Romea	SP300 → SS71 nord (svolta dx)

Modello di assegnazione ante operam

Sulla base dei dati raccolti, è stato quindi sviluppato un modello di assegnazione relativo alla situazione *ante operam*, il cui grafo relativo alle 24 h è riportato nella figura seguente.



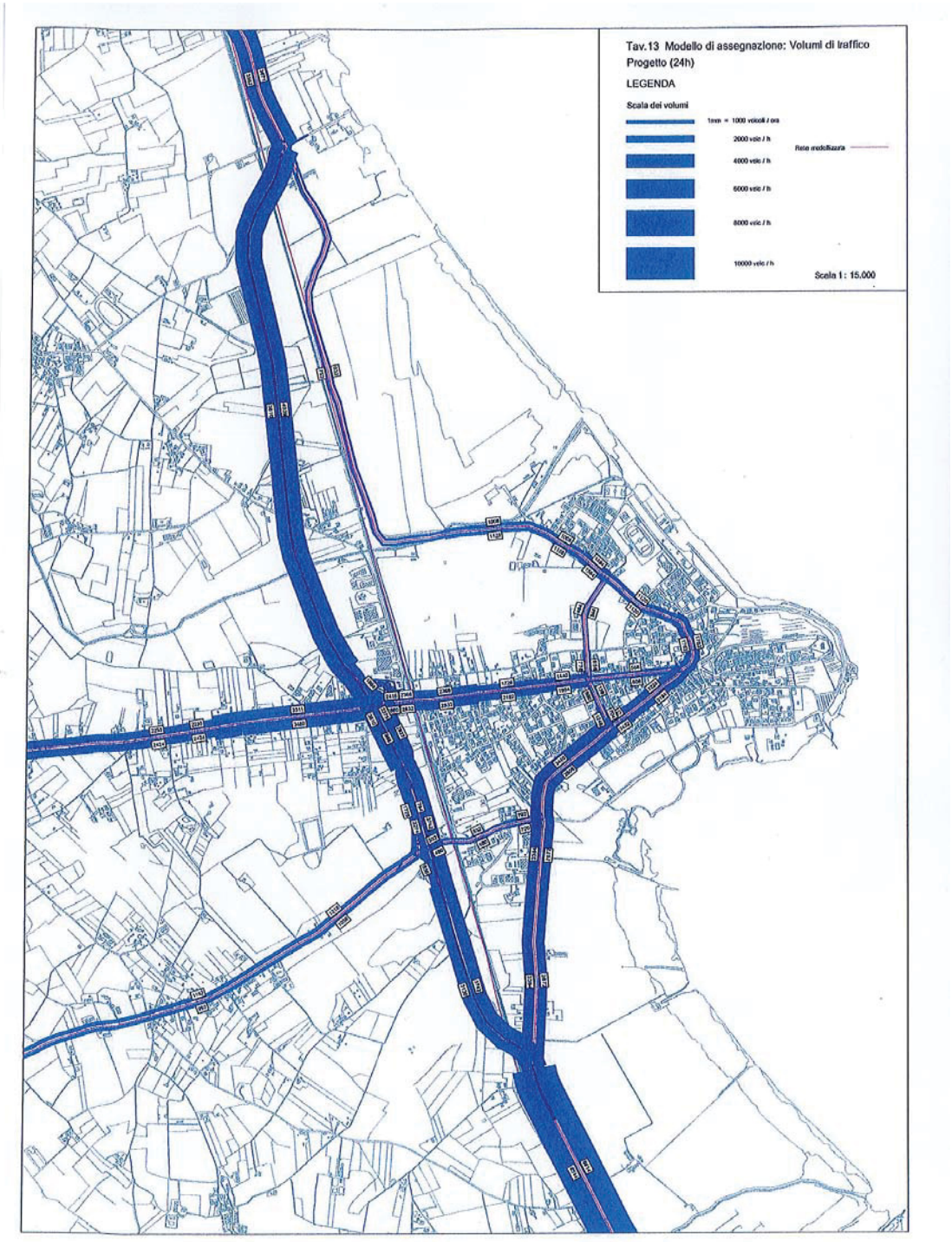
Modello di assegnazione stato *ante operam*

Modello di assegnazione (simulazione) post operam

In riferimento al tracciato originario della variante fu quindi definito un modello di assegnazione relativo allo stato *post operam*, di cui si riportano sinteticamente i risultati del modello di simulazione, dai quali appare la condizione di traffico negli archi di rete considerati, prima e dopo l'intervento.

Relazione		***Attuale***			***Progetto***					
DA	*A*	*Volume sulla relazione (veic/h)*	*Distanza Percorsa (m)*	*Tempo di percorrenza (min:sec)*	*Volume sulla relazione (veic/h)*	*Differenza (%)*	*Distanza Percorsa (m)*	*Differenza (%)*	*Tempo di percorrenza (min:sec)*	*Differenza (%)*
SS71 nord	SS454	8	7099	7:22	8	0%	5828	-18%	6:00	-19%
SS71 nord	SP300	3	8349	8:59	8	167%	6452	-23%	6:32	-27%
SS71 nord	SS71 sud	90	7658	7:20	103	14%	6330	-17%	5:01	-32%
SS454	SS71 nord	21	7099	7:45	22	5%	5216	-27%	5:23	-31%
SS454	SS71 sud	37	5137	6:19	37	0%	4555	-11%	5:30	-13%
SP300	SS71 nord	3	8349	9:24	14	367%	6478	-22%	7:47	-17%
SP300	SS71 sud	16	4903	5:31	16	0%	4307	-12%	4:40	-15%
SS71 sud	SS71 nord	108	7658	7:20	131	21%	6330	-17%	5:11	-29%
SS71 sud	SS454	10	5137	6:30	12	20%	4532	-12%	4:47	-26%
SS71 sud	SP300	15	4903	5:36	15	0%	5156	5%	5:39	1%
		Totale	*Media*	*Media*	*Totale*	*diff.%*	*Media*	*diff.%*	*Media*	*diff.%*
		311	***6629***	***7:13***	***366***	***18%***	***5518***	***-17%***	***5:39***	***-22%***

Nella figura che segue è riportato il grafo relativo ai flussi sulle 24 h riferito alla situazione *post operam*.



Modello di assegnazione stato *post operam*

Dalla lettura dei risultati della simulazione, ancorché riferita all'ipotesi di variante originaria, si può concludere che l'abitato di Castiglione del Lago risulta essere interessato solo dal traffico locale, il che comporta una consistente riduzione dei flussi nell'area urbana che garantisce indubbi vantaggi di vivibilità e sicurezza per le utenze deboli.

Tale diminuzione dei flussi è importante in un'ottica di tutela del patrimonio artistico-culturale della città stessa.

Per i flussi di attraversamento la nuova infrastruttura garantisce una riduzione sia dei tempi di percorrenza che delle distanze da percorrere e quindi sono anche presenti vantaggi sotto il profilo economico ed ambientale.

I flussi che interessano la nuova variante, sia quelli trasferiti dalla vecchia SS71 che quelli "attratti" da altri itinerari più lontani, permettono di garantire il massimo livello di servizio sulla nuova infrastruttura.

In generale i risultati sono stati dunque considerati positivi ed è stato possibile esprimere un consenso generalizzato sulle scelte di intervento sulla rete infrastrutturale dell'area oggetto di studio.

La riduzione del tracciato della variante, oggetto del progetto attuale, rende il modello di simulazione non perfettamente applicabile alla nuova situazione, che deve peraltro essere considerata come un primo stralcio di un intervento complessivo finalizzato almeno a collegare la S.S. 71 a nord di Castiglione del Lago (presso il sottopasso ferroviario) e la S.P. n. 300, oggi già connessa alla S.P. n. 454 di Pozzuolo da una viabilità comunale che, una volta rese disponibili ulteriori risorse economiche, dovrà essere adeguata quanto a geometria (inclusa l'intersezione con la S.P. n. 300) e consistenza del pacchetto stradale.

In questa sede, sono comunque stati impiegati i flussi di traffico desunti dal modello di assegnazione *post operam* per finalità specifiche, quali il dimensionamento del pacchetto di pavimentazione e le modellazioni acustiche effettuate nell'ambito dello studio di prefattibilità ambientale.

13 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Nel quadro dell'analisi degli interventi di mitigazione che favoriscano l'inserimento degli assi viari progettati sul territorio indagato si suggeriscono alcune misure considerate di primaria importanza.

A seguito della modellazione eseguita riguardo alla modifica del clima acustico introdotta dalla nuova infrastruttura, è risultato necessario prevedere l'installazione di barriere acustiche per un tratto di 165 m in prossimità della rotatoria di intersezione tra la variante in progetto e la S.P. n. 454 di Pozzuolo. L'analisi condotta è riportata all'interno dello Studio di Prefattibilità Ambientale.

Le barriere previste, di altezza limitata (2,00 – 2,50 m), saranno di tipo riflettente in PMMA (trasparenti), in modo da limitare al massimo l'impatto visuale.

Si prevede di ripristinare (laddove intercettata in fase di intervento), o inserire (laddove assente) una fascia vegetazionale (comprensiva di componente ad alto e basso fusto) al margine del corridoio naturale interessato dalla sede viaria, in particolare in corrispondenza del tratto centrale di tale corridoio, laddove insistono dei ricettori sensibili (residenze ed attività artigiane) al fine di mitigare l'impatto visuale e coadiuvare le misure di riduzione dell'impatto acustico dell'opera. Tali interventi di tipo naturalistico verranno dettagliati nel progetto definitivo.

Infine, sono stati previsti già in sede progetto preliminare, e considerati nella relativa stima di massima, frequenti tombini trasversali (circolari), in ragione all'incirca di uno ogni 200 m, utili sia per mantenere la continuità dei piccoli fossi agricoli che per il passaggio della fauna presente nella zona.

14 GESTIONE DELLE TERRE

Per la realizzazione del corpo stradale sono previsti movimenti di materie (ovvero scavi e rilevati) per quantitativi tutto sommato limitati, dal momento che non sono previsti tratti in scavo, ed i rilevati stradali presentano un'altezza modesta.

Gli scavi di sbancamento sono costituiti solamente dallo scotico superficiale di spessore 20 cm necessario per la formazione del piano di posa del rilevato stradale; infatti, la prevista bonifica di 50 cm verrà eseguita, per lo strato di terreno compreso tra -0,20 m e -0,50 m dal piano di campagna, tramite stabilizzazione del terreno in sito con legante idraulico (calce e/o cemento) effettuata con l'impiego di apposito macchinario (pulvimix) che non richiede la movimentazione di terreno, ma provvede alla miscelazione con il legante sul posto.

Il terreno vegetale proveniente dallo scotico e dalla formazione dei fossi verrà accantonato temporaneamente, in cumuli di altezza massima 2 m, per essere successivamente reimpiegato per la formazione dello strato di terreno vegetale di copertura delle scarpate dei rilevati, per il riempimento all'interno delle rotatorie, per le opere a verde (isole centrali delle rotatorie, aiuole spartitraffico) e per rimodellamenti del terreno nelle aree intercluse tra sede stradale attuale dismessa e nuova sede in corrispondenza delle rotatorie.

Sul terreno proveniente dagli scavi di qualsiasi natura verranno eseguiti prelievi e successive analisi finalizzati alla verifica dell'assenza di inquinanti, in modo da garantire la possibilità di reimpiego; non sono previsti volumi dei terreno da portare a rifiuto, tramite conferimento a discariche autorizzate.

Per quanto riguarda le terre da approvvigionare dall'esterno, queste consisteranno in:

- terre argillose, provenienti da scavi o da siti di prestito, da stabilizzare successivamente a calce e/o cemento, impiegate per ripristinare la quota del piano di campagna in sostituzione del terreno vegetale precedentemente scavato;
- terre dei gruppi A1, A2-4, A3, idonee per la formazione dei rilevati stradale;
- misto granulare a granulometria controllata e con idonee caratteristiche di resistenza, per la formazione della fondazione stradale.

Il bilancio delle terre è così riassunto:

Produzione di terre da scavo					
	unità misura	quantità	di cui terreno vegetale		terreno sterile argilloso
scavo di sbancamento (scotico)	mc	9.918,44	100%	9.918,44	0,00
scavo a sezione obbligata	mc	1.253,40	10%	125,34	1.128,06
scavo per fossi	mc	10.860,00	20%	2.172,00	8.688,00
TOTALI	*mc*	***22.031,84***		***12.215,78***	***9.816,06***

Fabbisogno di terre				
	unità misura	quantità	dagli scavi di cantiere	da cava di prestito
terreno argilloso successivamente stabilizzato a calce	mc	9.622,44	9.622,44	0,00
terreno vegetale per scarpate rilevati stradali	mc	7.461,00	7.461,00	0,00
terreno vegetale per isola centrale rotatorie	mc	4.545,00	4.545,00	0,00
terreno idoneo per formazione rilevato stradali	mc	32.172,00	0,00	32.172,00
misto granulare per fondazione pavimentazione stradale	mc	14.366,72	0,00	14.366,72
terreno per riempimenti e rimodellamenti	mc	403,40	403,40	0,00
TOTALI	*mc*	***68.570,56***	***22.031,84***	***46.538,72***

Come si può desumere dalle tabelle sopra riportate, verranno movimentati all'interno del cantiere circa 22.000 mc di terre, che saranno completamente reimpiegate nell'ambito dei lavori in progetto, pertanto senza alcun trasporto verso l'esterno del cantiere; viceversa, verranno approvvigionati dall'esterno circa 46.500 mc di terre.

Ai fini delle opportune valutazioni riguardo al traffico indotto dai movimenti di materie, stimando la capacità di trasporto di un autocarro in circa 12,5 mc, si possono prevedere circa 3.720 viaggi, che distribuiti su un totale di 372 giorni utili sui 548 giorni solari consecutivi previsti per l'appalto corrispondono a 10 viaggi/giorno, quantità trascurabile sia relativamente ai disagi indotti sul traffico all'esterno del cantiere, sia relativamente agli impatti sulle componenti rumore/vibrazione e atmosfera.

15 VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

Con l'aggiornamento del progetto preliminare è stata condotta una indagine archeologica, a cura della Dott.ssa Roberta Cellini, finalizzata ad una valutazione sul rischio archeologico relativo alle aree interessate dalle opere previste.

L'indagine, che ha compreso la battitura sistematica delle aree attraverso la ricognizione archeologica di superficie, l'acquisizione a analisi dei materiali rinvenuti e le principali pubblicazioni concernenti lo studio del territorio, è riportata nella Relazione Scientifica allegata alla Relazione Tecnica del progetto preliminare.

L'esito dello studio, le cui conclusioni possono essere solo parziali poiché le indagini hanno consentito esclusivamente di ricognire una porzione di territorio limitata a causa della preesistenza di fabbricati, per l'inacessibilità di alcune proprietà e per la scarsa visibilità nella maggior parte dei campi, porta a ritenere l'intervento in progetto pienamente fattibile.

Si ritiene comunque auspicabile l'avvio di indagini nei terreni ancora liberi da costruzioni, che potranno certamente fornire un contributo importante per la conoscenza e la comprensione della storia e della topografia dei luoghi, sebbene, come emerso dalla prima analisi eseguita, basata sullo studio delle documentazioni esistenti, seppur nella frammentarietà dei dati cronologici e delle attestazioni archeologiche, l'area oggetto della disamina non rientra in una fascia di interesse archeologico.

L'utilizzo di questi luoghi per le coltivazioni, sembrerebbe essere una prerogativa che si protrae dall'età antica, durante i periodi di maggior espansione dell'ager chiusino e dell'insediamento di Castiglione del Lago.

Nello specifico, le attività di ricognizione non hanno messo in evidenza alcuna struttura, affioramenti, né stratificazioni di interesse archeologico, escludendo la probabilità di intercettare eventuali presenze nei terreni interessati dal passaggio del tracciato stradale come da progetto.

Si segnala tuttavia la presenza di frammenti fittili e due frammenti di ceramica invetriata erratica nello strato superficiale del terreno, ascrivibile all'età tardo medievale/moderna, rinvenuti durante le ricognizioni lungo il lato ovest di via dei Tulipani, di fronte allo stabilimento del depuratore delle acque comunali.

In definitiva, il grado di rischio archeologico ai fini della realizzazione del progetto è stato valutato basso.

Si riporta di seguito lo studio preliminare a firma della Dott.ssa Roberta Cellini.

RELAZIONE ARCHEOLOGICA

Marzo 2016

Committente	Funzionario Responsabile	Archeologa Incaricata
Abacus s.r.l.	**Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Umbria**	**Dott.ssa Roberta Cellini**

Comune di Castiglione del Lago - PG

Relazione archeologica, inquadramento del territorio dove ricadrà l'opera in progetto

ARCHEOLOGA
CELLINI ROBERTA

RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA
COMUNE DI CASTIGLIONE DEL LAGO (PG)

Premessa

La relazione tecnico-scientifica è stata realizzata per conto della Società Abacus s.r.l., nell'ambito del progetto di realizzazione di una strada urbana, nel territorio del Comune di Castiglione del Lago, all'interno della provincia di Perugia, in un'area compresa tra via Bruno Buozzi e via del Soccorso, via dei Tulipani e via della Genziana, via dei Castagni, via Trasimeno e via Piana.

Conformemente a quanto richiesto nella domanda di documentazione da allegare al progetto, l'oggetto di questa disamina si propone come uno strumento per la conoscenza del territorio limitrofo all'area d'interesse.

La strategia d'intervento può essere ricondotta alla compenetrazione di tre metodologie d'indagine:

- Battitura sistematica degli spazi agricoli in un'area quadrangolare delimitata a sud da via Bruno Buozzi e via del Soccorso, a nord e a ovest da via dei Castagni, a est da via Trasimeno e via Piana, attraverso la ricognizione archeologica di superficie;
- Acquisizione e analisi dei materiali rinvenuti nell'area presa in esame;
- Principali pubblicazioni concernenti lo studio storico del territorio (come da bibliografia).

Le attività di prospezione su campo sono state svolte al fine di indicare nel dettaglio la posizione delle eventuali presenze archeologiche.

La proposta di rischio espressa in questa sede fornisce un quadro di riferimento sulla base delle presenze archeologiche e delle documentazioni disponibili già conosciute, pertanto, anche se costituisce un valido strumento per la conoscenza e, per la programmazione territoriale, deve necessariamente essere considerata una piattaforma aperta, da integrare con le eventuali segnalazioni archeologiche e con i risultati che si otterranno attraverso le sorveglianze e le indagini archeologiche preventive future.

La relazione fornisce infine, una valutazione sul rischio definendo ed evidenziando il grado di rischio archeologico.

Contesto storico e territoriale

Le frequentazioni più antiche di questi territori si fissano nel pieno del secondo periodo villanoviano, quando in Etruria si assiste alla genesi di complessi fattori socio economici dai quali scaturiranno dei mutamenti epocali. Alla metà dell'VIII secolo a.C., infatti, si registra l'emergere di alcune aree e di particolari realtà insediative rispetto ad altre, principio del fenomeno meglio conosciuto come "urbanizzazione" al cui repentino sviluppo ha contribuito quella crescente aristocrazia che, pochi decenni dopo, coglierà lo slancio della cultura orientalizzante.

Nel territorio delimitato dal Tevere e dalla Valdichiana, nascono e si sviluppano in modi e tempi differenti le *poleis* etrusche di Cortona, Chiusi e Perugia; queste città eserciteranno per secoli il loro controllo su un'area strategica ricca di risorse, quella, appunto, del Trasimeno.

Attraversando il comprensorio del lago Trasimeno, la prima caratteristica che risulta evidente è la diversità delle varie aree costiere: mentre la costa occidentale e parte di quella meridionale si connotano come pianeggianti, in quanto costituite dai depositi sabbiosi causati dal ritiro dell'antico lago di Valdichiana, le restanti sono modellate da numerosi e continui rilievi collinari ricoperti da una fitta macchia mediterranea che, in molti casi, si impostano a pochi metri di distanza dalla linea di battigia. Le colline che circondano il lago hanno di norma un profilo dolce anche se talune mostrano un'acclività maggiore: è questo il caso dei rilievi della costa sud-est, che caratterizzano aree ancora oggi tra le più paludose e meno frequentate (Renzetti 2011).

Come ricorda Massimo Pallottino, Chiusi deve la propria precoce quanto straordinaria fioritura economico-culturale alla posizione «eccezionalmente favorevole di accessi e transiti» che vantava all'interno dell'Etruria centrosettentrionale. Lo stesso discorso può valere, anche se in termini leggermente diversi, per Cortona e Perugia, quest'ultima punto focale dei diverticoli che dalla Valdichiana si dirigevano (e ancora oggi si dirigono) verso est, attraversando le colline a settentrione e a meridione del Trasimeno. L'area del lago si caratterizza dunque come una sorta di cerniera, un punto nodale per la distribuzione dei traffici provenienti dalla zona di Arezzo (ma più in generale da tutto il nord), dal settore ovest dell'Italia centro-meridionale e dalla media e alta valle del Tevere.

Lungo la linea costituita dai bassi rilievi che da Villastrada arrivano sino a Petrignano, separando il territorio della Chiana da quello del Trasimeno, si sviluppa un importante diverticolo di collegamento tra Chiusi e l'area a sud di Cortona. I primi dati di un popolamento stabile emergono per il VII secolo, quando presso La Villa nasce un nucleo abitato con la pertinente necropoli nelle aree di Podere Fontegallo (attuale vocabolo Cianella) e Poggio Santa Maria. Anche a Gioiella

contemporaneamente, nasce e si sviluppa un piccolo insediamento, come testimoniato dai diversi rinvenimenti riferibili a contesti funerari di VII e VI secolo a.C. Sempre in età orientalizzante, emergono altri insediamenti, ancora lungo la direttrice nord-sud.

In questo quadro si situa lo sviluppo, a partire dal primo quarto del VI secolo, dell'area compresa tra Villastrada e i vocaboli Collelungo e Bruscalupo. Diversi rinvenimenti documentano la presenza di un centro abitato di notevole entità, nato a partire dalla fine dell'età orientalizzante nell'area in cui la via proveniente da Perugia, dopo aver superato la zona di Paciano e la valle del Tresa, doveva congiungersi all'asse Chiusi-Cortona (quello che interessava gli insediamenti di cui si è detto).

Nello stesso periodo, anche in prossimità della riva occidentale del lago ha inizio una frequentazione stanziale. I dati più antichi – almeno nel *range* cronologico che si sta considerando – provengono da località Pucciarelli e sono una tomba a ziro e un canopo rinvenuto in proprietà Paolozzi, entrambi databili al VII. Si tratta di emergenze archeologiche che testimoniano, seppur labilmente, la presenza di un insediamento in una zona che, va ricordato, risulta di antichissima antropizzazione (Pagnotta 1984, De Angelis 2010).

Alla prima metà del VI secolo risalgono le più antiche tracce di insediamento stabile nell'area di Castiglione del Lago (Pagnotta 1984). L'insediamento di Castiglione del Lago va collocato certamente in un orizzonte socioeconomico basato in massima parte sullo sfruttamento delle risorse del Trasimeno: numerosi sono i materiali riferibili all'attività piscatoria provenienti dai fondali prospicienti l'abitato, i quali, seppure non inseribili in *facies* cronologiche ristrette, mostrano uno sfruttamento continuativo di questa porzione di costa, dall'età del Bronzo fino all'età imperiale (Renzetti 2011).

L'area pianeggiante compresa tra la riva occidentale del Trasimeno e le realtà abitative ubicate sui bassi rilievi che separano il Chiana dal bacino lacustre risulta quasi totalmente priva di attestazioni archeologiche, connotandosi come una sorta di "fascia vergine" che dalla piana a nord di Paciano si estende sino a quella ad ovest di Ossaia, in area cortonese. L'unico insediamento interno è collocabile a Badia, nato in età arcaica e sviluppatosi durante la prima età classica ancora una volta in rapporto ad un importante asse viario (Pagnotta 1984, Renzetti 2011). Non ci si scosterà molto dal vero affermando che la piana in questione fosse in antico un contesto privilegiato per le sue (tutt'ora evidenti) potenzialità agricole, uno spazio cioè da sfruttare a maggiore vocazione agricola.

Nel VII secolo a.C. Chiusi pare aver già iniziato una progressiva azione di controllo di tutto il comparto, quando il tipico vaso cinerario chiusino arriva, come visto, fino a Pucciarelli e a Gioiella, processo che raggiungerà la sua completezza al passaggio tra VI e V secolo a.C. Tutto questo è il riflesso del grande potere acquisito dalla città in

età arcaica, la quale ha ormai elaborato un criterio preciso, quanto capillare, di controllo e popolamento del territorio, avviando e sviluppando quello che Mario Torelli chiama un «peculiare – e significativo – equilibrio tra città e campagna».

Si ha l'impressione di una continuità di vita non solo per tutto il V secolo a.C., ma anche per il IV e oltre. Gli insediamenti di Petrignano e Castiglione del Lago, dunque, esulano dai processi di antropizzazione e abbandono documentati per l'area ad ovest del Trasimeno. Una simile evenienza non può che determinarsi quale esito immediato della posizione strategica in cui si trovavano, il primo rispetto alla via diretta a nord e al limite settentrionale del territorio chiusino, il secondo nell'ottica dello sfruttamento e del controllo del lago e delle sue risorse (Pagnotta 1984).

In termini generali, tuttavia, si può agevolmente affermare che la distribuzione del popolamento in età classica nei territori a nord e ad est del Trasimeno pare ancora una volta quella di un settore antropizzato in maniera perlopiù sporadica (Berichillo 2004).

Tornando alle dinamiche di popolamento, la situazione allo scadere del IV secolo a.C. appare molto chiara: in linea di massima il versante chiusino ha perso le caratteristiche documentate per i secoli anteriori, quelle cioè di un settore capillarmente insediato. Il secolo successivo, tuttavia, si apre con timidi segni di ripresa, preludio di quanto succederà in piena età ellenistica. Guardando al territorio e ai dati archeologici, il sito che per primo sembra recuperare un certo vigore è quello di Bruscalupo. Una modesta ripresa dell'insediamento durante il III secolo è testimoniata, seppur indirettamente, da una statua-cinerario iscritta rinvenuta in una tomba a camera già violata; pare chiaro, tuttavia, come tale ripresa si faccia più corposa nel secolo successivo (Renzetti 2011).

Nel contempo sembra ripopolarsi una zona già frequentata durante il periodo classico, ovvero quella nei pressi di Paciano, a sud-est di Bruscalupo-Villastrada: qui si sviluppa nel II secolo a.C. un nuovo piccolo insediamento con la pertinente necropoli in località Bottinali. Come detto per il periodo classico, quest'ultimo contesto areale ospitava uno dei fulcri della rete viaria della zona: qui dalla via principale doveva distaccarsi un diverticolo diretto a sud, in rapporto al quale va probabilmente letto il piccolo insediamento di Villa S. Benedetto. L'asse viario principale, quello Chiusi-Cortona, torna in età ellenistica ad accogliere, nelle proprie vicinanze, numerose realtà insediative. Nell'area di Vaiano va situato un abitato di carattere rurale, come indica una necropoli di fine II - inizio I secolo a.C. (Pagnotta 1984, Renzetti 2011). La tomba con volta a botte rinvenuta nel 1907 in vocabolo C. Paradiso, dal canto suo, è da riferire ad una ripresa in chiave rurale dell'insediamento, come visto, già presente nei pressi tra il VII e il V secolo a.C. Queste due realtà assumono poi particolare importanza se si valuta la loro posizione topografica

rispetto, ancora una volta, alla viabilità della zona: oltre a collocarsi lungo il percorso principale, gravitano attorno all'area di podere La Croce, da dove partiva il diverticolo diretto a Castiglione del Lago, lungo il quale riprende vigore, nel II secolo a.C., il piccolo insediamento di Badia (Renzetti 2011).

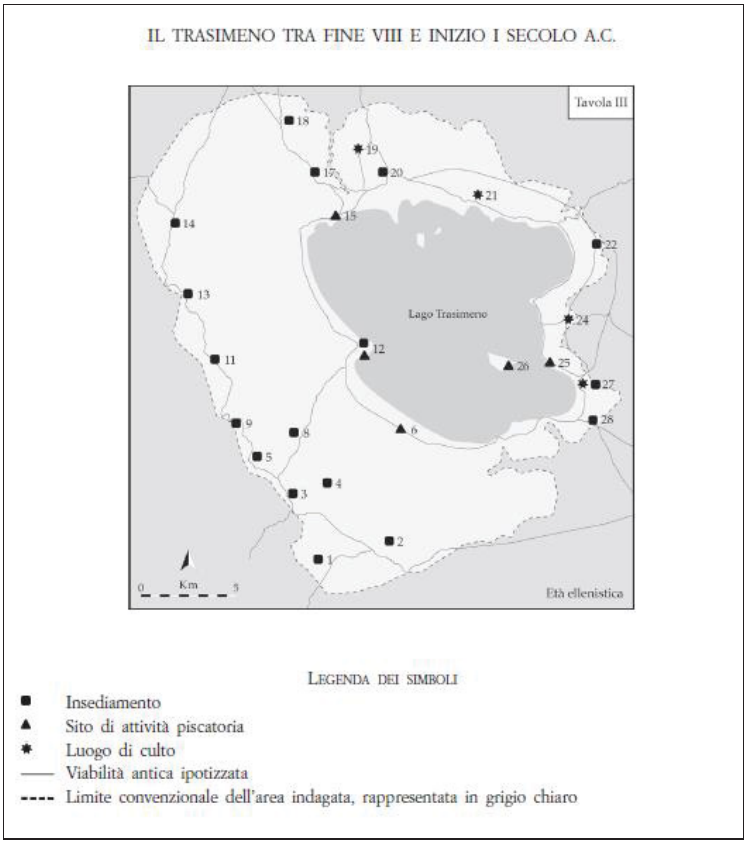


Fig. ubicazione di tutte le presenze archeologiche e rinvenimenti secondo A. Renzetti

Tutte queste realtà attestano un vasto ripopolamento del territorio facente parte dell'*ager* chiusino orientale, dopo una stasi che, come si è visto, sembra prolungarsi dall'inizio del IV alla fine del III secolo a.C. A partire dal secolo successivo questo territorio pare conoscere un nuovo assetto socio-economico. Le necropoli documentano la presenza di numerose famiglie e affrancati sparsi nel territorio, conseguenza di un fenomeno di integrazione di plebi cittadine, che ora diventano proprietarie di terreni coltivabili parcellizzati. Con l'avvio dei rapporti con Roma e dopo il passaggio di Annibale in queste zone, si assiste ad una nuova organizzazione basata sulla piccola proprietà terriera, con numerosi insediamenti sparsi di carattere rurale organizzati in più unità produttive a gestione familiare, con componenti interni anche di rango servile. In questo quadro emerge la realtà di Castiglione del Lago, ora certamente insediamento principale del territorio chiusino orientale e munito anche, probabilmente, di una cinta muraria. Abbondanti sono i dati provenienti da quest'area: si può partire dai rinvenimenti, nella zona costiera meridionale, di ceramica a vernice nera assieme ad altri materiali di varia natura ed epoca, molti dei quali strumenti per attività di pesca. In occasione dei dragaggi effettuati nella seconda

metà degli anni ’60 del secolo scorso e nel 1978-1980, inoltre, venne alla luce anche altra ceramica a vernice nera di III e di II, una lastra architettonica decorata di fine III, ceramica acroma di II e vario vasellame di I secolo a.C. (Renzetti 2011).

In definitiva, alle soglie del I secolo a.C., il territorio lacustre appare capillarmente e variamente popolato. Il complicato e progressivo processo di integrazione e “romanizzazione”, iniziato due secoli prima, giungerà a compimento, come nel resto dell’Etruria. Dopo il 90- 89 a.C., con la concessione della cittadinanza romana a tutte le città italiche, Chiusi, Cortona e Perugia verranno inserite rispettivamente, in qualità di *municipia*, nelle tribù *Arnensis*, *Stellatina* e *Tromentina*. Da questo momento ha inizio l’età romana propriamente detta, segnata dal nuovo assetto municipale che le città e le campagne del Trasimeno subiranno, omologandosi al resto del territorio romano. Le strutture economiche maturate nei secoli precedenti si adegueranno alle nuove logiche di organizzazione: le campagne verranno ora, verosimilmente, centuriate, e si svilupperà un nuovo sistema di sfruttamento delle risorse. Nasceranno, anche in luogo degli antichi insediamenti, una miriade di nuove piccole-medie realtà rurali, le *villae*, nuclei residenziali e produttivi dei cui ultimi proprietari ancora oggi si perpetua il ricordo nella toponomastica prediale locale (Renzetti 2011).

L'area indagata

Il territorio indagato ricade nella cartografia dell'IGM: tavoletta 1:25, foglio 122, III NO, titolo Castiglione del Lago, nell'amministrazione comunale di Castiglione del Lago (PG).

Le attività di prospezione hanno interessato un'area compresa tra via Bruno Buozzi e Via del Soccorso a sud, via dei Tulipani e via della Genziana, via dei Castagni e via Marchetti a ovest e a nord, via Trasimeno e via Piana a est.

Fig. 1: posizionamento dell'area oggetto di prospezione su immagine satellitare (Google earth)

Le ricerche hanno preso avvio da via della Genziana all'incrocio con via del Soccorso. Il punto in cui è prevista la realizzazione di una rotatoria per l'immissione del futuro tracciato stradale su via del Soccorso, è occupato al momento da fabbricati (Eurospin e altri fabbricati ad uso industriale), l'unica porzione di terreno libera da cementificazione, risulta recintata pertanto inaccessibile. L'area interessata dal futuro tracciato in progetto è racchiusa in uno spazio perlopiù libero da fabbricati, tuttavia i campi, la maggior parte recintati, sono raggiungibili esclusivamente attraverso stradine private sterrate. Da via della Genziana, la ricognizione è proceduta in direzione nord, attraverso la battitura sistematica dei terreni accessibili situati ai lati di via dei Tulipani fino al depuratore comunale delle acque, dove via dei Tulipani è interrotta dall'alveo di un fiumiciattolo.

Fig. 2: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 3: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 4: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 5: terreno a E via Tulipani

Nel complesso il sottofondo dei campi verificati, si è mostrato coperto di vegetazione, in alcuni casi non eccessivamente rigogliosa tanto da permettere una osservazione dettagliata del terreno. Successivamente la ricognizione si è concentrata nei terreni siti lungo via dei Tulipani. I campi ad ovest della via sono risultati recintati e inaccessibili, mentre il passaggio libero ai campi ad est, ha permesso una battitura puntuale dell'area compresa tra via dei Tulipani e via Piana fino alla recinzione dei fabbricati industriali. L'osservazione è stata limitata dalla folta vegetazione che riducendo la visibilità, ha impedito una completa l'analisi del terreno. Non è stato possibile accertare in assoluto la presenza di materiale fittile, eventualmente anche erratico sulla superficie, tuttavia non sono state notate strutture architettoniche riferibili all'evo antico. L'unica eccezione la presenza di un casale in pietra, prospicente via dei Tulipani, verosimilmente ascrivibile al 1600 attualmente abitato.

Fig. 6: panoramica del lato E via dei Tulipani

Fig. 7: panoramica del lato E via dei Tulipani

Fig. 8: dettaglio di un casale in pietra lato E via Tulipani

Fig. 9: panoramica terreno lato E via Tulipani

Fig. 10: panoramica terreno lato E via Tulipani

Fig. 11: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

Fig. 12: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

Fig. 13: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

L'ultimo tratto di via dei Tulipani, si presenta ancora come una zona pianeggiante dedita alla coltivazione e pascolo, i campi lungo la strada sono recintati e la prospezione si è limitata all'osservazione delle aree dal bordo dei terreni. Seppur parziale, l'indagine non ha rilevato presenze di interesse archeologico.

Fig. 14: dettaglio terreni tra via Tulipani e via Piana

Fig. 15: dettaglio terreni tra via Tulipani e via Piana

Fig. 16: terreni recintati siti a W via dei Tulipani

Fig. 17: terreni recintati siti a W via dei Tulipani

Nel terreno dirimpetto allo stabilimento del depuratore delle acque comunale, recentemente arato e piantumato con alberelli tipo conifere, è stato possibile eseguire una ricognizione più accurata. Sebbene il terreno sia leggermente fuori

dall'ubicazione del futuro tracciato stradale, è stato controllato al fine di avere un inquadramento completo di tutta l'area, anche in considerazione dal fatto che molti campi interessati dalla progettazione non sono stati accessibili. Questa indagine sistematica, ha permesso di individuare la presenza di materiale fittile erratico sulla superficie del terreno sito al termine di via dei Tulipani, di fronte allo stabile del depuratore delle acque comunali. Qui sono stati identificati alcuni frammenti fittili e due frammenti di ceramica invetriata, trattasi di un bordo di ceramica invetriata di colore verde e giallo, verosimilmente di una forma chiusa (brocca o bottiglia) e un frammento informe di ceramica invetriata di color bianco decorato con piccole punzonature. Il materiale rinvenuto è probabilmente ascrivibile all'età tardo medievale/rinascimentale.

Fig. 18: terreno coltivato fronte depuratore

Fig. 19: dettaglio terreno coltivato fronte depuratore

Fig. 20: dettaglio frammenti fittili rinvenuti

Fig. 21: dettaglio frammenti ceramica invetriata e informe

Le attività di ricerca sono continuate lungo uno stradello sterrato che da via dei Tulipani procede in direzione est parallelamente all'alveo del fiumiciattolo, oltre lo stabilimento del depuratore. In questa area si documenta un terreno di riporto frammisto di materiali di scarico edile, privo di alcun particolare significativo. Analogamente ai terreni situati più a est, caratterizzati della vegetazione rigogliosa che occupa la maggior parte dei campi siti tra questa zona e via Piana.

Fig. 22: dett. stradello tra il fiumiciattolo e lo stabilimento

Fig. 23: panoramica dei terreni fino a via Piana

Fig. 24: panoramica dei terreni fino a via Piana

Fig. 25: panoramica dei terreni fino a via Piana

Ultimata la ricognizione in questa porzione di terreno, le attività si sono spostate in via di Castagni. I terreni situati tra via dei Castagni e via Piana sono interessati dalla presenza di coltivazioni, laddove non sono abbandonati e coperti da vegetazione spontanea, in questo periodo prospera. Le ricerche in questi luoghi non hanno restituito evidenze riconducibili all'epoca antica, seppur la prospezione sia stata in parte limitata dalla inaccessibilità dei campi privati recintati.

Fig. 26: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 27: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Fig. 28: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 29: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Fig.: 30: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 31: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Dopo aver analizzato il versante occidentale di via Piana, le attività di prospezioni sono proseguite lungo il lato orientale, nella zona dove ad oggi si trova un aeroporto per ultraleggeri. In tutta questa porzione di terreno, libera da fabbricati caratterizzata unicamente da una situazione favorevole all'osservazione, costituta da rari cespugli ed erba poco folta, una ricognizione sistematica ha permesso di escludere la presenza di elementi di interesse archeologico in superficie.

Fig. 32: panoramica terreni ad est di via Piana

Fig. 33: panoramica terreni ad est di via Piana

Completate le attività di ricerca lungo via Piana, le indagini si sono concentrate sull'ultima porzione di terreno che sarà interessato dal tracciato in progetto. Trattasi dell'area compresa tra via Piana e via Marchetti, e via Trasimeno, le condizioni di accesso e visibilità sono state scarse e limitate agli unici spazi liberi da abitazioni. Nella maggior parte dei casi è stato possibile eseguire l'ispezione del terreno restando fuori dalla recinzione. Considerando le condizioni di visibilità non è stata documentata alcuna presenza affiorante, anche lo studio della letteratura archeologica non ha segnalato alcun rinvenimento in questa area.

Fig. 34: terreno arato su via Marchetti

Fig. 35: panoramica terreno tra via Marchetti e via Trasimeno

Figg. 36, 37: panoramica terreno tra via Marchetti e via Trasimeno

TABELLA 1: AREA ARCHEOLOGICA IDENTIFICATA

INSEDIAMENTI	STRUTTURE	MATERIALI ERRATICI
Insediamenti età protostorica	----------	----------
Insediamenti di età preromana	----------	----------
Insediamenti di età romana	----------	----------
Insediamenti di età medievale	----------	N.I. 1

TABELLA 2: AREA ARCHEOLOGICA A BASSA DENSITÁ

Numero d'identificazione: 1
Descrizione: lungo il lato ovest di via di Tulipani, nel terreno sito di fronte allo stabilimento del depuratore delle acque comunali, si è riscontrata la presenza di alcuni frammenti fittili, nello specifico frammenti di ceramica informe, e due frammenti di ceramica invetriata.
Datazione: età medievale/moderna
Rischio archeologico ai fini della realizzazione del progetto: --------

Conclusioni

Va innanzitutto precisato che le conclusioni qui riportate possono essere solo parziali poiché le indagini hanno consentito esclusivamente di ricognire una porzione di territorio limitata a causa della preesistenza di fabbricati, per l'inacessibilità di alcune proprietà e per la scarsa visibilità nella maggior parte dei campi. A tal proposito si ritiene auspicabile l'avvio di indagini nei terreni ancora liberi da costruzioni, che potranno certamente fornire un contributo importante per la conoscenza e la comprensione della storia e della topografia di questi luoghi, sebbene, come emerso dalla prima analisi eseguita, basata sullo studio delle documentazioni esistenti, seppur nella frammentarietà dei dati cronologici e delle attestazioni archeologiche, l'area oggetto di questa disamina non rientra in una fascia di interesse archeologico. L'utilizzo di questi luoghi per le coltivazioni, sembrerebbe essere una prerogativa che si protrae dall'età antica, durante i periodi di maggior espansione dell'*ager* chiusino e dell'insediamento di Castiglione del Lago.

Nello specifico, le attività di ricognizione non hanno messo in evidenza alcuna struttura, affioramenti, né stratificazioni di interesse archeologico, escludendo la probabilità di intercettare eventuali presenze nei terreni interessati dal passaggio del

tracciato stradale come da progetto. Si segnala tuttavia la presenza di frammenti fittili e due frammenti di ceramica invetriata erratica nello strato superficiale del terreno, ascrivibile all'età tardo medievale/moderna, rinvenuti durante le ricognizioni lungo il lato ovest di via dei Tulipani, di fronte allo stabilimento del depuratore delle acque comunali.

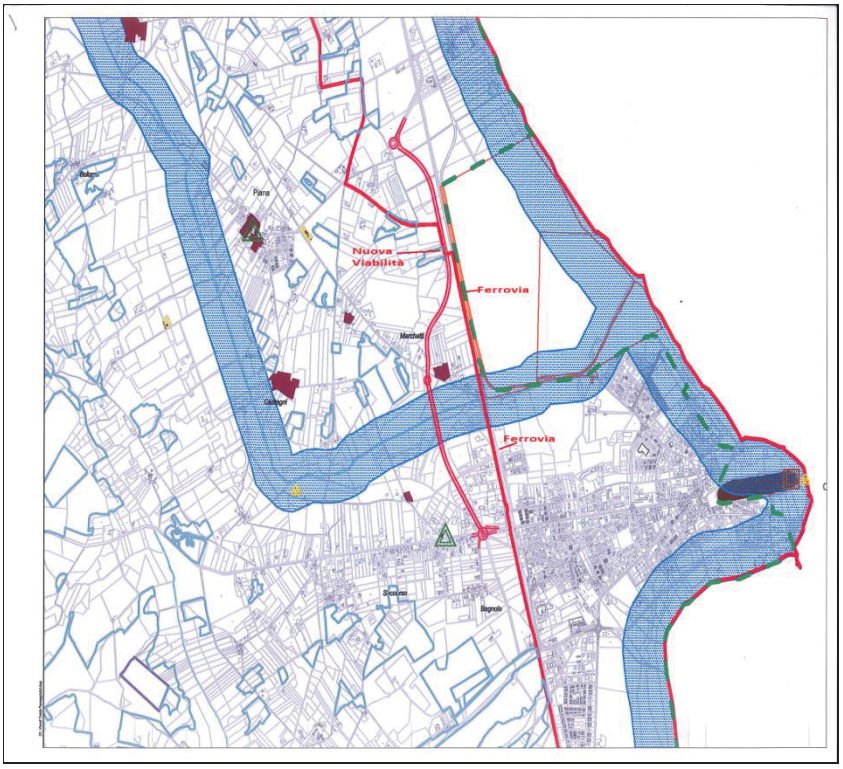


Fig. 38: ubicazione del tracciato stradale come da progetto

Dott.ssa Archeologa Roberta Cellini

BIBLIOGRAFIA

BERICHILLO C., 2004, *Studi sul territorio perugino nell'antichità*, in «Ostraka»;

BATINO S., 2003*, Stagnis Thrasymennus opacis: archeologia e mito nella storia di un lago, in "ArchClass";*

BONOMI PONZI L., 1977*, Recenti scoperte nell'agro chiusino. La Necropoli di Gioiella,* Firenze;

2002, Perugia e il suo territorio in età villanoviana e orientalizzante, Perugia;

BRUSCHETTI P., 1997, *Passignano sul Trasimeno. Una villa sul lago: la residenza romana di Quarantaia,* Perugia;

2002, *Il territorio di Perugia etrusca*, Perugia;

2009, *Aspetti di archeologia etrusca nel territorio del lago Trasimeno*, in *Etruria e Italia preromana. Studi in onore di Giovannangelo Camporeale*, Pisa-Roma;

BRUSCHETTI P. - TROMBETTA A., 2009, *Corciano. Antiquarium. Guida all'esposizione*, Perugia;

DE ANGELIS M. C., 2010, *Il lago Trasimeno tra Bronzo Medio e Primo Ferro: proposta per un'analisi dell'insediamento,* Milano;

GAMBINI E., 1995, *Le oscillazioni di livello del lago Trasimeno*, «Quaderni del Museo della Pesca del Lago Trasimeno», 2, Perugia;

2002, *I villaggi sommersi del lago Trasimeno*, Perugia;

MAGGIANI A., 2002, *I culti di Perugia e del suo territorio*, in *Perugia Etrusca*, Atti del IX Convegno Internazionale di Studi, Orvieto;

PAGNOTTA W. 1984, *L'Antiquarium di Castiglione del Lago e l'Ager Clusinus orientale,* Roma;

RENZETTI A*., L'area di Monte Bitorno dalla Preistoria all'età Romana,* Fasti Online;

2011*, Realtà insediative e dinamiche di popolamento nel territorio del Trasimeno tra fine VIII e inizio I secolo a.C.*, in «Bollettino della Deputazione di Storia Patria per l'Umbria»;

2012*, San Feliciano. Ritrovamenti d'epoca protostorica, in «Magione Cultura»;*

2012*, Stipe votiva di Caligiana, in «Magione Cultura»*

RIGANELLI G., 2000, *La rete viaria attorno al Lago Trasimeno nel corso dei secoli*, Perugia;

2001, *Religione e strutture religiose in area magionese dall'antichità ai primi secoli dell'età moderna*, in *Magione. Venti secoli di storia, cultura, ritratti e spiritualità*, Magione;

VINCIARELLI N.D., 1979, *Castiglione del lago,* Perugia;

RELAZIONE ARCHEOLOGICA

Marzo 2016

Committente	Funzionario Responsabile	Archeologa Incaricata
Abacus s.r.l.	**Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Umbria**	**Dott.ssa Roberta Cellini**

Comune di Castiglione del Lago - PG

Relazione archeologica, inquadramento del territorio dove ricadrà l'opera in progetto

ARCHEOLOGA
CELLINI ROBERTA

RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA
COMUNE DI CASTIGLIONE DEL LAGO (PG)

Premessa

La relazione tecnico-scientifica è stata realizzata per conto della Società Abacus s.r.l., nell'ambito del progetto di realizzazione di una strada urbana, nel territorio del Comune di Castiglione del Lago, all'interno della provincia di Perugia, in un'area compresa tra via Bruno Buozzi e via del Soccorso, via dei Tulipani e via della Genziana, via dei Castagni, via Trasimeno e via Piana.

Conformemente a quanto richiesto nella domanda di documentazione da allegare al progetto, l'oggetto di questa disamina si propone come uno strumento per la conoscenza del territorio limitrofo all'area d'interesse.

La strategia d'intervento può essere ricondotta alla compenetrazione di tre metodologie d'indagine:

- Battitura sistematica degli spazi agricoli in un'area quadrangolare delimitata a sud da via Bruno Buozzi e via del Soccorso, a nord e a ovest da via dei Castagni, a est da via Trasimeno e via Piana, attraverso la ricognizione archeologica di superficie;
- Acquisizione e analisi dei materiali rinvenuti nell'area presa in esame;
- Principali pubblicazioni concernenti lo studio storico del territorio (come da bibliografia).

Le attività di prospezione su campo sono state svolte al fine di indicare nel dettaglio la posizione delle eventuali presenze archeologiche.

La proposta di rischio espressa in questa sede fornisce un quadro di riferimento sulla base delle presenze archeologiche e delle documentazioni disponibili già conosciute, pertanto, anche se costituisce un valido strumento per la conoscenza e, per la programmazione territoriale, deve necessariamente essere considerata una piattaforma aperta, da integrare con le eventuali segnalazioni archeologiche e con i risultati che si otterranno attraverso le sorveglianze e le indagini archeologiche preventive future.

La relazione fornisce infine, una valutazione sul rischio definendo ed evidenziando il grado di rischio archeologico.

Contesto storico e territoriale

Le frequentazioni più antiche di questi territori si fissano nel pieno del secondo periodo villanoviano, quando in Etruria si assiste alla genesi di complessi fattori socio economici dai quali scaturiranno dei mutamenti epocali. Alla metà dell'VIII secolo a.C., infatti, si registra l'emergere di alcune aree e di particolari realtà insediative rispetto ad altre, principio del fenomeno meglio conosciuto come "urbanizzazione" al cui repentino sviluppo ha contribuito quella crescente aristocrazia che, pochi decenni dopo, coglierà lo slancio della cultura orientalizzante.

Nel territorio delimitato dal Tevere e dalla Valdichiana, nascono e si sviluppano in modi e tempi differenti le *poleis* etrusche di Cortona, Chiusi e Perugia; queste città eserciteranno per secoli il loro controllo su un'area strategica ricca di risorse, quella, appunto, del Trasimeno.

Attraversando il comprensorio del lago Trasimeno, la prima caratteristica che risulta evidente è la diversità delle varie aree costiere: mentre la costa occidentale e parte di quella meridionale si connotano come pianeggianti, in quanto costituite dai depositi sabbiosi causati dal ritiro dell'antico lago di Valdichiana, le restanti sono modellate da numerosi e continui rilievi collinari ricoperti da una fitta macchia mediterranea che, in molti casi, si impostano a pochi metri di distanza dalla linea di battigia. Le colline che circondano il lago hanno di norma un profilo dolce anche se talune mostrano un'acclività maggiore: è questo il caso dei rilievi della costa sud-est, che caratterizzano aree ancora oggi tra le più paludose e meno frequentate (Renzetti 2011).

Come ricorda Massimo Pallottino, Chiusi deve la propria precoce quanto straordinaria fioritura economico-culturale alla posizione «eccezionalmente favorevole di accessi e transiti» che vantava all'interno dell'Etruria centrosettentrionale. Lo stesso discorso può valere, anche se in termini leggermente diversi, per Cortona e Perugia, quest'ultima punto focale dei diverticoli che dalla Valdichiana si dirigevano (e ancora oggi si dirigono) verso est, attraversando le colline a settentrione e a meridione del Trasimeno. L'area del lago si caratterizza dunque come una sorta di cerniera, un punto nodale per la distribuzione dei traffici provenienti dalla zona di Arezzo (ma più in generale da tutto il nord), dal settore ovest dell'Italia centro-meridionale e dalla media e alta valle del Tevere.

Lungo la linea costituita dai bassi rilievi che da Villastrada arrivano sino a Petrignano, separando il territorio della Chiana da quello del Trasimeno, si sviluppa un importante diverticolo di collegamento tra Chiusi e l'area a sud di Cortona. I primi dati di un popolamento stabile emergono per il VII secolo, quando presso La Villa nasce un nucleo abitato con la pertinente necropoli nelle aree di Podere Fontegallo (attuale vocabolo Cianella) e Poggio Santa Maria. Anche a Gioiella

contemporaneamente, nasce e si sviluppa un piccolo insediamento, come testimoniato dai diversi rinvenimenti riferibili a contesti funerari di VII e VI secolo a.C. Sempre in età orientalizzante, emergono altri insediamenti, ancora lungo la direttrice nord-sud.

In questo quadro si situa lo sviluppo, a partire dal primo quarto del VI secolo, dell'area compresa tra Villastrada e i vocaboli Collelungo e Bruscalupo. Diversi rinvenimenti documentano la presenza di un centro abitato di notevole entità, nato a partire dalla fine dell'età orientalizzante nell'area in cui la via proveniente da Perugia, dopo aver superato la zona di Paciano e la valle del Tresa, doveva congiungersi all'asse Chiusi-Cortona (quello che interessava gli insediamenti di cui si è detto).

Nello stesso periodo, anche in prossimità della riva occidentale del lago ha inizio una frequentazione stanziale. I dati più antichi – almeno nel *range* cronologico che si sta considerando – provengono da località Pucciarelli e sono una tomba a ziro e un canopo rinvenuto in proprietà Paolozzi, entrambi databili al VII. Si tratta di emergenze archeologiche che testimoniano, seppur labilmente, la presenza di un insediamento in una zona che, va ricordato, risulta di antichissima antropizzazione (Pagnotta 1984, De Angelis 2010).

Alla prima metà del VI secolo risalgono le più antiche tracce di insediamento stabile nell'area di Castiglione del Lago (Pagnotta 1984). L'insediamento di Castiglione del Lago va collocato certamente in un orizzonte socioeconomico basato in massima parte sullo sfruttamento delle risorse del Trasimeno: numerosi sono i materiali riferibili all'attività piscatoria provenienti dai fondali prospicienti l'abitato, i quali, seppure non inseribili in *facies* cronologiche ristrette, mostrano uno sfruttamento continuativo di questa porzione di costa, dall'età del Bronzo fino all'età imperiale (Renzetti 2011).

L'area pianeggiante compresa tra la riva occidentale del Trasimeno e le realtà abitative ubicate sui bassi rilievi che separano il Chiana dal bacino lacustre risulta quasi totalmente priva di attestazioni archeologiche, connotandosi come una sorta di "fascia vergine" che dalla piana a nord di Paciano si estende sino a quella ad ovest di Ossaia, in area cortonese. L'unico insediamento interno è collocabile a Badia, nato in età arcaica e sviluppatosi durante la prima età classica ancora una volta in rapporto ad un importante asse viario (Pagnotta 1984, Renzetti 2011). Non ci si scosterà molto dal vero affermando che la piana in questione fosse in antico un contesto privilegiato per le sue (tutt'ora evidenti) potenzialità agricole, uno spazio cioè da sfruttare a maggiore vocazione agricola.

Nel VII secolo a.C. Chiusi pare aver già iniziato una progressiva azione di controllo di tutto il comparto, quando il tipico vaso cinerario chiusino arriva, come visto, fino a Pucciarelli e a Gioiella, processo che raggiungerà la sua completezza al passaggio tra VI e V secolo a.C. Tutto questo è il riflesso del grande potere acquisito dalla città in

età arcaica, la quale ha ormai elaborato un criterio preciso, quanto capillare, di controllo e popolamento del territorio, avviando e sviluppando quello che Mario Torelli chiama un «peculiare – e significativo – equilibrio tra città e campagna».

Si ha l'impressione di una continuità di vita non solo per tutto il V secolo a.C., ma anche per il IV e oltre. Gli insediamenti di Petrignano e Castiglione del Lago, dunque, esulano dai processi di antropizzazione e abbandono documentati per l'area ad ovest del Trasimeno. Una simile evenienza non può che determinarsi quale esito immediato della posizione strategica in cui si trovavano, il primo rispetto alla via diretta a nord e al limite settentrionale del territorio chiusino, il secondo nell'ottica dello sfruttamento e del controllo del lago e delle sue risorse (Pagnotta 1984).

In termini generali, tuttavia, si può agevolmente affermare che la distribuzione del popolamento in età classica nei territori a nord e ad est del Trasimeno pare ancora una volta quella di un settore antropizzato in maniera perlopiù sporadica (Berichillo 2004).

Tornando alle dinamiche di popolamento, la situazione allo scadere del IV secolo a.C. appare molto chiara: in linea di massima il versante chiusino ha perso le caratteristiche documentate per i secoli anteriori, quelle cioè di un settore capillarmente insediato. Il secolo successivo, tuttavia, si apre con timidi segni di ripresa, preludio di quanto succederà in piena età ellenistica. Guardando al territorio e ai dati archeologici, il sito che per primo sembra recuperare un certo vigore è quello di Bruscalupo. Una modesta ripresa dell'insediamento durante il III secolo è testimoniata, seppur indirettamente, da una statua-cinerario iscritta rinvenuta in una tomba a camera già violata; pare chiaro, tuttavia, come tale ripresa si faccia più corposa nel secolo successivo (Renzetti 2011).

Nel contempo sembra ripopolarsi una zona già frequentata durante il periodo classico, ovvero quella nei pressi di Paciano, a sud-est di Bruscalupo-Villastrada: qui si sviluppa nel II secolo a.C. un nuovo piccolo insediamento con la pertinente necropoli in località Bottinali. Come detto per il periodo classico, quest'ultimo contesto areale ospitava uno dei fulcri della rete viaria della zona: qui dalla via principale doveva distaccarsi un diverticolo diretto a sud, in rapporto al quale va probabilmente letto il piccolo insediamento di Villa S. Benedetto. L'asse viario principale, quello Chiusi-Cortona, torna in età ellenistica ad accogliere, nelle proprie vicinanze, numerose realtà insediative. Nell'area di Vaiano va situato un abitato di carattere rurale, come indica una necropoli di fine II - inizio I secolo a.C. (Pagnotta 1984, Renzetti 2011). La tomba con volta a botte rinvenuta nel 1907 in vocabolo C. Paradiso, dal canto suo, è da riferire ad una ripresa in chiave rurale dell'insediamento, come visto, già presente nei pressi tra il VII e il V secolo a.C. Queste due realtà assumono poi particolare importanza se si valuta la loro posizione topografica

rispetto, ancora una volta, alla viabilità della zona: oltre a collocarsi lungo il percorso principale, gravitano attorno all'area di podere La Croce, da dove partiva il diverticolo diretto a Castiglione del Lago, lungo il quale riprende vigore, nel II secolo a.C., il piccolo insediamento di Badia (Renzetti 2011).

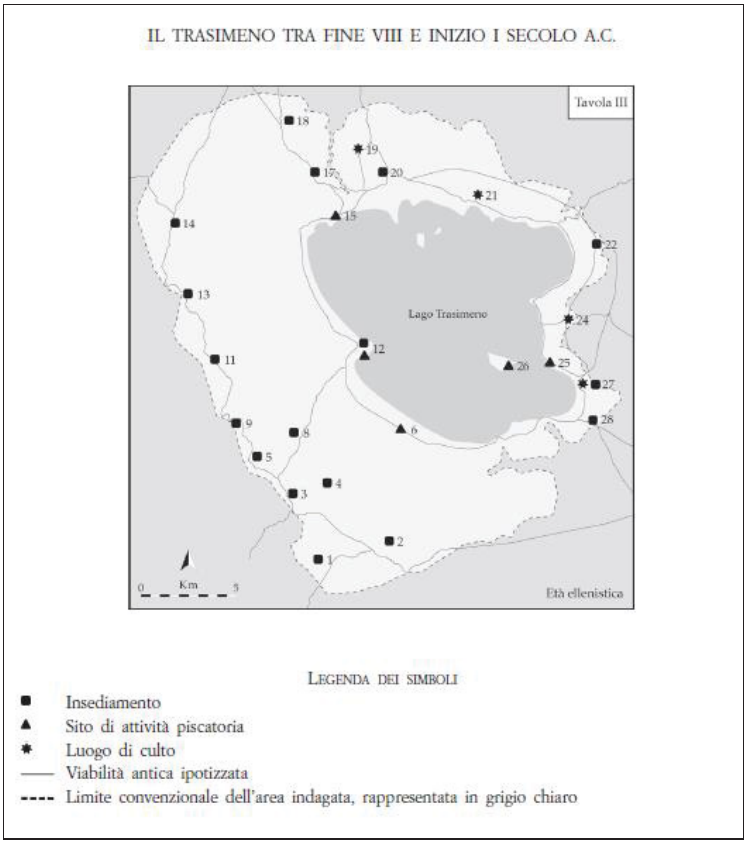


Fig. ubicazione di tutte le presenze archeologiche e rinvenimenti secondo A. Renzetti

Tutte queste realtà attestano un vasto ripopolamento del territorio facente parte dell'*ager* chiusino orientale, dopo una stasi che, come si è visto, sembra prolungarsi dall'inizio del IV alla fine del III secolo a.C. A partire dal secolo successivo questo territorio pare conoscere un nuovo assetto socio-economico. Le necropoli documentano la presenza di numerose famiglie e affrancati sparsi nel territorio, conseguenza di un fenomeno di integrazione di plebi cittadine, che ora diventano proprietarie di terreni coltivabili parcellizzati. Con l'avvio dei rapporti con Roma e dopo il passaggio di Annibale in queste zone, si assiste ad una nuova organizzazione basata sulla piccola proprietà terriera, con numerosi insediamenti sparsi di carattere rurale organizzati in più unità produttive a gestione familiare, con componenti interni anche di rango servile. In questo quadro emerge la realtà di Castiglione del Lago, ora certamente insediamento principale del territorio chiusino orientale e munito anche, probabilmente, di una cinta muraria. Abbondanti sono i dati provenienti da quest'area: si può partire dai rinvenimenti, nella zona costiera meridionale, di ceramica a vernice nera assieme ad altri materiali di varia natura ed epoca, molti dei quali strumenti per attività di pesca. In occasione dei dragaggi effettuati nella seconda

metà degli anni ’60 del secolo scorso e nel 1978-1980, inoltre, venne alla luce anche altra ceramica a vernice nera di III e di II, una lastra architettonica decorata di fine III, ceramica acroma di II e vario vasellame di I secolo a.C. (Renzetti 2011).

In definitiva, alle soglie del I secolo a.C., il territorio lacustre appare capillarmente e variamente popolato. Il complicato e progressivo processo di integrazione e “romanizzazione”, iniziato due secoli prima, giungerà a compimento, come nel resto dell’Etruria. Dopo il 90- 89 a.C., con la concessione della cittadinanza romana a tutte le città italiche, Chiusi, Cortona e Perugia verranno inserite rispettivamente, in qualità di *municipia*, nelle tribù *Arnensis*, *Stellatina* e *Tromentina*. Da questo momento ha inizio l’età romana propriamente detta, segnata dal nuovo assetto municipale che le città e le campagne del Trasimeno subiranno, omologandosi al resto del territorio romano. Le strutture economiche maturate nei secoli precedenti si adegueranno alle nuove logiche di organizzazione: le campagne verranno ora, verosimilmente, centuriate, e si svilupperà un nuovo sistema di sfruttamento delle risorse. Nasceranno, anche in luogo degli antichi insediamenti, una miriade di nuove piccole-medie realtà rurali, le *villae*, nuclei residenziali e produttivi dei cui ultimi proprietari ancora oggi si perpetua il ricordo nella toponomastica prediale locale (Renzetti 2011).

L'area indagata

Il territorio indagato ricade nella cartografia dell'IGM: tavoletta 1:25, foglio 122, III NO, titolo Castiglione del Lago, nell'amministrazione comunale di Castiglione del Lago (PG).

Le attività di prospezione hanno interessato un'area compresa tra via Bruno Buozzi e Via del Soccorso a sud, via dei Tulipani e via della Genziana, via dei Castagni e via Marchetti a ovest e a nord, via Trasimeno e via Piana a est.

Fig. 1: posizionamento dell'area oggetto di prospezione su immagine satellitare (Google earth)

Le ricerche hanno preso avvio da via della Genziana all'incrocio con via del Soccorso. Il punto in cui è prevista la realizzazione di una rotatoria per l'immissione del futuro tracciato stradale su via del Soccorso, è occupato al momento da fabbricati (Eurospin e altri fabbricati ad uso industriale), l'unica porzione di terreno libera da cementificazione, risulta recintata pertanto inaccessibile. L'area interessata dal futuro tracciato in progetto è racchiusa in uno spazio perlopiù libero da fabbricati, tuttavia i campi, la maggior parte recintati, sono raggiungibili esclusivamente attraverso stradine private sterrate. Da via della Genziana, la ricognizione è proceduta in direzione nord, attraverso la battitura sistematica dei terreni accessibili situati ai lati di via dei Tulipani fino al depuratore comunale delle acque, dove via dei Tulipani è interrotta dall'alveo di un fiumiciattolo.

Fig. 2: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 3: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 4: terreno sito all'incrocio via Soccorso/via Genziana

Fig. 5: terreno a E via Tulipani

Nel complesso il sottofondo dei campi verificati, si è mostrato coperto di vegetazione, in alcuni casi non eccessivamente rigogliosa tanto da permettere una osservazione dettagliata del terreno. Successivamente la ricognizione si è concentrata nei terreni siti lungo via dei Tulipani. I campi ad ovest della via sono risultati recintati e inaccessibili, mentre il passaggio libero ai campi ad est, ha permesso una battitura puntuale dell'area compresa tra via dei Tulipani e via Piana fino alla recinzione dei fabbricati industriali. L'osservazione è stata limitata dalla folta vegetazione che riducendo la visibilità, ha impedito una completa l'analisi del terreno. Non è stato possibile accertare in assoluto la presenza di materiale fittile, eventualmente anche erratico sulla superficie, tuttavia non sono state notate strutture architettoniche riferibili all'evo antico. L'unica eccezione la presenza di un casale in pietra, prospicente via dei Tulipani, verosimilmente ascrivibile al 1600 attualmente abitato.

Fig. 6: panoramica del lato E via dei Tulipani

Fig. 7: panoramica del lato E via dei Tulipani

Fig. 8: dettaglio di un casale in pietra lato E via Tulipani

Fig. 9: panoramica terreno lato E via Tulipani

Fig. 10: panoramica terreno lato E via Tulipani

Fig. 11: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

Fig. 12: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

Fig. 13: panoramica campi tra via Tulipani e via Piana

L'ultimo tratto di via dei Tulipani, si presenta ancora come una zona pianeggiante dedita alla coltivazione e pascolo, i campi lungo la strada sono recintati e la prospezione si è limitata all'osservazione delle aree dal bordo dei terreni. Seppur parziale, l'indagine non ha rilevato presenze di interesse archeologico.

Fig. 14: dettaglio terreni tra via Tulipani e via Piana

Fig. 15: dettaglio terreni tra via Tulipani e via Piana

Fig. 16: terreni recintati siti a W via dei Tulipani

Fig. 17: terreni recintati siti a W via dei Tulipani

Nel terreno dirimpetto allo stabilimento del depuratore delle acque comunale, recentemente arato e piantumato con alberelli tipo conifere, è stato possibile eseguire una ricognizione più accurata. Sebbene il terreno sia leggermente fuori

dall'ubicazione del futuro tracciato stradale, è stato controllato al fine di avere un inquadramento completo di tutta l'area, anche in considerazione dal fatto che molti campi interessati dalla progettazione non sono stati accessibili. Questa indagine sistematica, ha permesso di individuare la presenza di materiale fittile erratico sulla superficie del terreno sito al termine di via dei Tulipani, di fronte allo stabile del depuratore delle acque comunali. Qui sono stati identificati alcuni frammenti fittili e due frammenti di ceramica invetriata, trattasi di un bordo di ceramica invetriata di colore verde e giallo, verosimilmente di una forma chiusa (brocca o bottiglia) e un frammento informe di ceramica invetriata di color bianco decorato con piccole punzonature. Il materiale rinvenuto è probabilmente ascrivibile all'età tardo medievale/rinascimentale.

Fig. 18: terreno coltivato fronte depuratore

Fig. 19: dettaglio terreno coltivato fronte depuratore

Fig. 20: dettaglio frammenti fittili rinvenuti

Fig. 21: dettaglio frammenti ceramica invetriata e informe

Le attività di ricerca sono continuate lungo uno stradello sterrato che da via dei Tulipani procede in direzione est parallelamente all'alveo del fiumiciattolo, oltre lo stabilimento del depuratore. In questa area si documenta un terreno di riporto frammisto di materiali di scarico edile, privo di alcun particolare significativo. Analogamente ai terreni situati più a est, caratterizzati della vegetazione rigogliosa che occupa la maggior parte dei campi siti tra questa zona e via Piana.

Fig. 22: dett. stradello tra il fiumiciattolo e lo stabilimento

Fig. 23: panoramica dei terreni fino a via Piana

Fig. 24: panoramica dei terreni fino a via Piana

Fig. 25: panoramica dei terreni fino a via Piana

Ultimata la ricognizione in questa porzione di terreno, le attività si sono spostate in via di Castagni. I terreni situati tra via dei Castagni e via Piana sono interessati dalla presenza di coltivazioni, laddove non sono abbandonati e coperti da vegetazione spontanea, in questo periodo prospera. Le ricerche in questi luoghi non hanno restituito evidenze riconducibili all'epoca antica, seppur la prospezione sia stata in parte limitata dalla inaccessibilità dei campi privati recintati.

Fig. 26: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 27: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Fig. 28: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 29: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Fig.: 30: panoramica terreni tra via dei Castagni e via Piana

Fig. 31: panoramica terreni tra via Castagni e via Piana

Dopo aver analizzato il versante occidentale di via Piana, le attività di prospezioni sono proseguite lungo il lato orientale, nella zona dove ad oggi si trova un aeroporto per ultraleggeri. In tutta questa porzione di terreno, libera da fabbricati caratterizzata unicamente da una situazione favorevole all'osservazione, costituta da rari cespugli ed erba poco folta, una ricognizione sistematica ha permesso di escludere la presenza di elementi di interesse archeologico in superficie.

Fig. 32: panoramica terreni ad est di via Piana

Fig. 33: panoramica terreni ad est di via Piana

Completate le attività di ricerca lungo via Piana, le indagini si sono concentrate sull'ultima porzione di terreno che sarà interessato dal tracciato in progetto. Trattasi dell'area compresa tra via Piana e via Marchetti, e via Trasimeno, le condizioni di accesso e visibilità sono state scarse e limitate agli unici spazi liberi da abitazioni. Nella maggior parte dei casi è stato possibile eseguire l'ispezione del terreno restando fuori dalla recinzione. Considerando le condizioni di visibilità non è stata documentata alcuna presenza affiorante, anche lo studio della letteratura archeologica non ha segnalato alcun rinvenimento in questa area.

Fig. 34: terreno arato su via Marchetti

Fig. 35: panoramica terreno tra via Marchetti e via Trasimeno

Figg. 36, 37: panoramica terreno tra via Marchetti e via Trasimeno

TABELLA 1: AREA ARCHEOLOGICA IDENTIFICATA

INSEDIAMENTI	STRUTTURE	MATERIALI ERRATICI
Insediamenti età protostorica	----------	----------
Insediamenti di età preromana	----------	----------
Insediamenti di età romana	----------	----------
Insediamenti di età medievale	----------	N.I. 1

TABELLA 2: AREA ARCHEOLOGICA A BASSA DENSITÁ

Numero d'identificazione: 1
Descrizione: lungo il lato ovest di via di Tulipani, nel terreno sito di fronte allo stabilimento del depuratore delle acque comunali, si è riscontrata la presenza di alcuni frammenti fittili, nello specifico frammenti di ceramica informe, e due frammenti di ceramica invetriata.
Datazione: età medievale/moderna
Rischio archeologico ai fini della realizzazione del progetto: --------

Conclusioni

Va innanzitutto precisato che le conclusioni qui riportate possono essere solo parziali poiché le indagini hanno consentito esclusivamente di ricognire una porzione di territorio limitata a causa della preesistenza di fabbricati, per l'inacessibilità di alcune proprietà e per la scarsa visibilità nella maggior parte dei campi. A tal proposito si ritiene auspicabile l'avvio di indagini nei terreni ancora liberi da costruzioni, che potranno certamente fornire un contributo importante per la conoscenza e la comprensione della storia e della topografia di questi luoghi, sebbene, come emerso dalla prima analisi eseguita, basata sullo studio delle documentazioni esistenti, seppur nella frammentarietà dei dati cronologici e delle attestazioni archeologiche, l'area oggetto di questa disamina non rientra in una fascia di interesse archeologico. L'utilizzo di questi luoghi per le coltivazioni, sembrerebbe essere una prerogativa che si protrae dall'età antica, durante i periodi di maggior espansione dell'*ager* chiusino e dell'insediamento di Castiglione del Lago.

Nello specifico, le attività di ricognizione non hanno messo in evidenza alcuna struttura, affioramenti, né stratificazioni di interesse archeologico, escludendo la probabilità di intercettare eventuali presenze nei terreni interessati dal passaggio del

tracciato stradale come da progetto. Si segnala tuttavia la presenza di frammenti fittili e due frammenti di ceramica invetriata erratica nello strato superficiale del terreno, ascrivibile all'età tardo medievale/moderna, rinvenuti durante le ricognizioni lungo il lato ovest di via dei Tulipani, di fronte allo stabilimento del depuratore delle acque comunali.

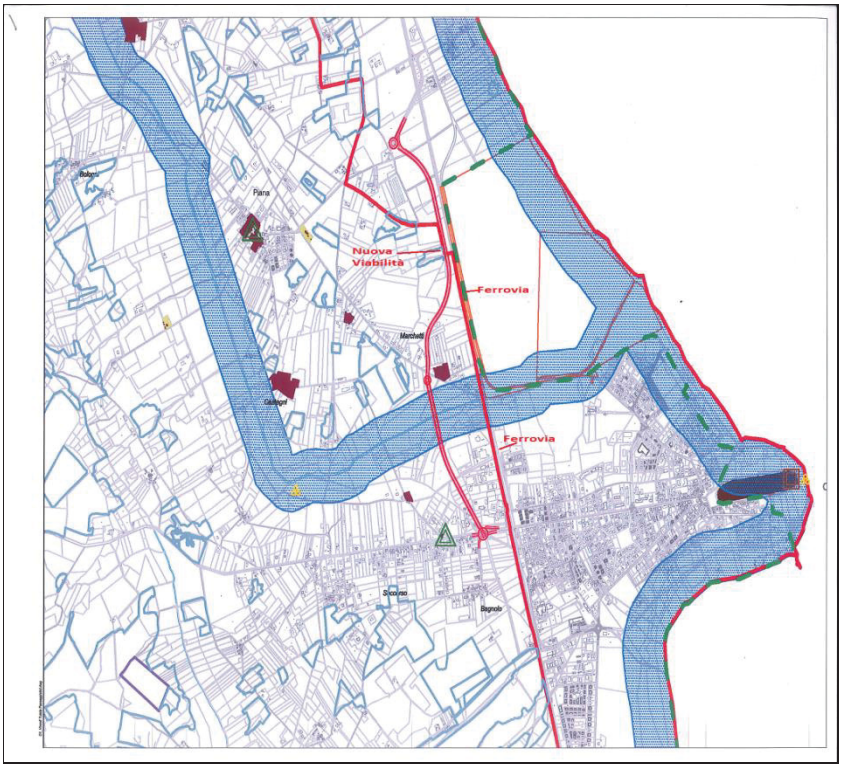


Fig. 38: ubicazione del tracciato stradale come da progetto

Dott.ssa Archeologa Roberta Cellini

BIBLIOGRAFIA

BERICHILLO C., 2004, *Studi sul territorio perugino nell'antichità*, in «Ostraka»;

BATINO S., 2003*, Stagnis Thrasymennus opacis: archeologia e mito nella storia di un lago, in "ArchClass";*

BONOMI PONZI L., 1977*, Recenti scoperte nell'agro chiusino. La Necropoli di Gioiella,* Firenze;

2002, Perugia e il suo territorio in età villanoviana e orientalizzante, Perugia;

BRUSCHETTI P., 1997, *Passignano sul Trasimeno. Una villa sul lago: la residenza romana di Quarantaia,* Perugia;

2002, *Il territorio di Perugia etrusca*, Perugia;

2009, *Aspetti di archeologia etrusca nel territorio del lago Trasimeno*, in *Etruria e Italia preromana. Studi in onore di Giovannangelo Camporeale*, Pisa-Roma;

BRUSCHETTI P. - TROMBETTA A., 2009, *Corciano. Antiquarium. Guida all'esposizione*, Perugia;

DE ANGELIS M. C., 2010, *Il lago Trasimeno tra Bronzo Medio e Primo Ferro: proposta per un'analisi dell'insediamento,* Milano;

GAMBINI E., 1995, *Le oscillazioni di livello del lago Trasimeno*, «Quaderni del Museo della Pesca del Lago Trasimeno», 2, Perugia;

2002, *I villaggi sommersi del lago Trasimeno*, Perugia;

MAGGIANI A., 2002, *I culti di Perugia e del suo territorio*, in *Perugia Etrusca*, Atti del IX Convegno Internazionale di Studi, Orvieto;

PAGNOTTA W. 1984, *L'Antiquarium di Castiglione del Lago e l'Ager Clusinus orientale,* Roma;

RENZETTI A*., L'area di Monte Bitorno dalla Preistoria all'età Romana,* Fasti Online;

2011*, Realtà insediative e dinamiche di popolamento nel territorio del Trasimeno tra fine VIII e inizio I secolo a.C.*, in «Bollettino della Deputazione di Storia Patria per l'Umbria»;

2012*, San Feliciano. Ritrovamenti d'epoca protostorica, in «Magione Cultura»;*

2012*, Stipe votiva di Caligiana, in «Magione Cultura»*

RIGANELLI G., 2000, *La rete viaria attorno al Lago Trasimeno nel corso dei secoli*, Perugia;

2001, *Religione e strutture religiose in area magionese dall'antichità ai primi secoli dell'età moderna*, in *Magione. Venti secoli di storia, cultura, ritratti e spiritualità*, Magione;

VINCIARELLI N.D., 1979, *Castiglione del lago,* Perugia;