

**Dott. Giuseppe Pannone**  
**GEOLOGO**

Via F. di Giorgio, 6  
06122 Perugia (PG)  
Tel. 335 56 18 289

Perugia 19/06/2013

---

**MODELLO GEOLOGICO**  
**RELAZIONE SISMICA**

---

**COMUNE DI PERUGIA**

---

**AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE - per la realizzazione di opere infrastrutturali ed impiantistiche all'interno dello stabilimento industriale delle Distillerie G. di Lorenzo.**

**Loc. Ponte Valleceppi, mappale n° 90 - F° 257**

---

**Proprietà: Distillerie G. Di Lorenzo**  
**Geologo: Giuseppe Pannone**



A circular professional stamp in blue ink. The outer ring contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top and "DELLA REGIONE UMBRIA" at the bottom. Inside the ring, it says "DOTT. GEOLOGO" and "PANNONE GIUSEPPE". Below this, it says "ALBO" and "262". A handwritten signature in blue ink, "Giuseppe Pannone", is written across the bottom of the stamp.

## 1. PREMESSA

La presente relazione, svolta per conto delle Distillerie G. Di Lorenzo, illustra i risultati di una indagine geologica, eseguita in località Ponte Valleceppi, presso gli impianti industriali della committente.

Gli interventi in progetto riguardano adeguamenti e miglioramenti dell'impianto industriale, nel dettaglio si prevede di realizzare:

1. posizionamento di vasca interrata in c.a.p. per il contenimento di fibre vegetali;
2. posizionamento di n°1 serbatoio e n°2 sistemi di dissoluzione ossigeno per la laguna, su base in c.a.;
3. posizionamento di pannelli prefabbricati in c.a.p. Per il contenimento degli scarti di lavorazione (fanghi);
4. posizionamento di n°1 container removibile contenente denaturante per l'utilizzo dell'ufficio dogane;
5. realizzazione di vasca interrata per la raccolta delle acque di prima pioggia, adeguamento impianto;
6. posizionamento del box per contenimento di macchine hardware per archivio dati video di sicurezza;
7. posizionamento del box per il contenimento di centralina per la preparazione del polielettrolita;
8. posizionamento di flottante (miglioramento impianto di depurazione);
9. realizzazione di muro REI per adeguamento impianto antincendio (rilascio C.P.I.);
10. posizionamento box per il deposito degli oli lubrificanti adeguamento impianto antincendio (rilascio C.P.I.);
11. realizzazione di locale per adeguamento impianto antincendio (rilascio C.P.I.);
12. adeguamento vano porta nel locale deposito per adeguamento impianto antincendio (rilascio C.P.I.);
13. passerella di sicurezza in collegamento tra i digestori;
14. manutenzione ordinaria per adeguamento su impianti tecnologici (elettrico, idrico, fognario) lavori di pulizia su facciate esterne, pulizia di resbatoi.

Le opere elencate sono tutte di modesta entità in relazione ad i carichi indotti sul terreno, eccezion fatta per gli interventi n°9 e n°11. Rispettivamente riguardanti un diaframma murario di importanti dimensioni ed una struttura edilizia all'interno dell'edificio esistente.

Come detto gli ulteriori interventi edilizi riguarderanno altre strutture ipiantistiche dal modesto impatto sul terreno di fondazione.

L'area in esame risulta censita al foglio catastale n° 257 del Comune di Perugia ed è identificabile nella tavoletta IGM Perugia.

Il presente lavoro, oltre che sul rilevamento di campagna e sulla valutazione degli aspetti idrologici e morfologici del territorio, per l'identificazione della natura e le caratteristiche geo-meccaniche delle terre locali, è basato sui riscontri ricavati da una serie di campagne geognostiche e geofisiche condotte nell'ambito degli impianti industriali nel corso di precedenti incarichi professionali.

Le indagini a disposizione consistono in: sondaggi a carotaggio continuo, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche dinamiche, prospezioni sismiche di tipo MASW e SEV.

Studi ed indagini sono stati condotti nel rispetto dei dettami delle normative vigenti, in particolare si è tenuto conto del D.M. 11.03.88 e delle NTC 2008.

*Rif. Allegato*

*A1 – Corografia CTR 10k*

*A1b – Ortofotocarta 5k*

*A 2 – Planimetria Catastale*

*A 3 – Tavola interventi*

## **SEGUONO ALLEGATI**

*A1 – Corografia CTR 10k*

*A1b – Ortofotocarta 5k*

*A 2 – Planimetria Catastale*

*A 3 – Tavola interventi*

## **2. STUDIO GEOLOGICO**

### **2.1 FINALITA' E METODO DI STUDIO**

Lo studio geologico dell'area, è stato finalizzato alla definizione del modello geologico locale.

A tal fine si è tenuto conto dei dati acquisiti per il sito nel corso di numerose campagne geologiche condotte dallo scrivente e riferibili agli specifici interventi della presente progettazione.

L'approccio metodologico è stato quello dettato dalla normativa vigente, in particolare, sono stati considerati il D.M. 11.03.88, N.T.C. 2008, e le indicazioni dell'Ordine dei Geologi della Regione Umbria “*Standard minimo della Relazione Geologica per il Progetto Edilizio*”.

### **2.2 CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO**

#### ***2.2.1 GEOLOGIA DI AREA VASTA***

Il contesto geologico di riferimento è quello di una pianura alluvionale, in cui i sedimenti di facies fluviale sovrastano il bedrock.

La pianura è quella tiberina ad ovest di Perugia. In questo ambito la sponda valliva è rappresentata dai colli perugini, strutture morfologiche in cui affiorano sedimenti miocenici di facies marina (Formazione della Marnoso-Arenacea) e sedimenti plio-pleistocenici di facies fluvio lacustre (unità sintematiche – Villafranchiano auct.).

La valle del Fiume Tevere risulta colmata dai depositi alluvionali. In questo ambito si distinguono depositi terrazzati e depositi recenti

Nella cartografia geologica nazionale i depositi terrazzati sono indicati con la sigla **f<sup>n</sup>** mentre in quella regionale con la sigla **a**.

*Rif. Allegati:*

*A 4 – Carta Geologica del Servizio Geologico Nazionale;*

#### ***2.2.2 GEOMORFOLOGIA DI AREA VASTA***

Il territorio di nostro interesse rientra nell'ambito della valle tiberina, compreso tra la fascia pedemontana (lato ovest) ed il corso del fiume. In questo contesto si identifica l'impianto industriale delle Distillerie G. Di Lorenzo.

Il contesto morfologico è quello della valle del Tevere. Spostandosi da ovest verso est, dalla fascia pedemontana si va verso il fiume Tevere.

La sponda valliva in destra idrografica denota inclinazione elevata, con valori che localmente si avvicinano ai 20°. Questi valori sono giustificati dalla presenza del substrato in affioramento rappresentato da alternanza di strati di marne ed arenarie disposti a reggipoggio. Proprio per questo motivo la pendice denota condizioni morfologiche stabili.

Questa situazione geologica e morfologica risulta molto evidente percorrendo la strada che unisce i centri abitati di Pretola e Ponte Valleceppi.

A valle della fascia pedemontana, segnata dal tracciato della strada sopra indicata, si sviluppa la pianura alluvionale

In coerenza con l'evoluzione di questo ambiente, influenzato principalmente dalla dinamica fluviale, i profili assumono valori di pendenza tendenti all'orizzontale.

In questa fascia affiorano le alluvioni fluviali costituite principalmente da sabbie e ghiaie.

Il corso d'acqua presenta un classico andamento a meandri e risulta incassato di circa sette metri rispetto alle quote della pianura. Al fondo dell'alveo affiorano litotipi ascrivibili alla formazione Marnoso-Arenacea.

### **2.2.3 DATI SULLA FRANOSITA' STORICA DELL'AREA**

La consultazione della cartografia ufficiale: Carta Geologica della Regione Umbria; Cartografia di PRG e cartografia del PAI Assetto geomorfologico, non ha evidenziato la presenza di alcun movimento gravitativo. L'elaborato cartografico di riferimento è rappresentato dalla **Carta delle zone instabili e del rischio ambientale** (PRG parte strutturale) che recepisce la vincolistica sovraordinata.

*Rif. Allegati:*

*Allegato n.5 – Carta Rischio Ambientale, stralcio del PRG ;*

### **2.2.4 IDROGEOLOGIA DI AREA VASTA**

Dal punto di vista idrogeologico l'elemento di maggior importanza è rappresentato dal fiume Tevere. Come detto siamo in ambito di fondovalle, dove le acque dei versanti vengono drenate verso il Tevere che rappresenta il collettore idrico principale.

Nell'ambito dei depositi alluvionali che colmano il fondovalle si riscontra la presenza della falda idrica.

I circuiti idrici risultano confinati dal livello di base rappresentato dalla formazione marnoso arenacea che si attesta mediamente intorno ai m 8,00 di profondità.

La falda è in relazione con il fiume Tevere. Il livello piezometrico varia nel corso dell'anno in funzione delle interazioni falda-fiume, ma mediamente si attesta oltre i m.5 di profondità. La particolare ubicazione del sito e la natura dei sedimenti locali giustificano una situazione idrogeologica variabile nel tempo. La circolazione idrica sotterranea ha sede in depositi alluvionali caratterizzati da elevati valori della permeabilità e le escursioni avvengono nell'ambito di depositi alluvionali caratterizzati da permeabilità piuttosto elevata con valori di K dell'ordine di  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  m/s.

In linea di massima le linee di flusso della falda vanno dai versanti al Tevere, ma nei periodi caratterizzati da eventi di piena del corso d'acqua il flusso si inverte ed il fiume alimenta la falda.

### **2.2.5 GEOLOGIA AMBIENTALE TUTELA PAESAGGISTICA**

*Specifici Elaborati.*

### **2.2.6 GEOMORFOLOGIA, IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA DI AREA RISTRETTA**

#### ***Forme del territorio e processi geomorfologici***

Come detto, il territorio di nostro interesse rientra nell'ambito della valle tiberina, compreso tra la fascia pedemontana (lato ovest) ed il corso del fiume. In questo contesto si identifica l'impianto industriale delle Distillerie G. Di Lorenzo.

Il contesto morfologico è quello della valle del Tevere. Spostandosi da ovest verso est, dalla fascia pedemontana si va verso il fiume Tevere.

A valle della fascia pedemontana, segnata dal tracciato della strada che unisce i centri abitati di Pretola e di Ponte Valleceppi, si sviluppa la pianura alluvionale

L'andamento della superficie topografica risulta sub-orizzontale, per tanto non risulta esposta al rischio di dissesti gravitativi.

Per altro, le cartografie tematiche di PRG e del PAI non evidenziano fenomeni gravitativi in relazione con l'area d'intervento.

Questa situazione morfologica rientra nella classe **T1** (tabella 3.2.IV, D.M. del 14/01/2008), “Superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazioni medie  $i \leq 15^\circ$ ”.

Data l'ubicazione del sito, in ambito pianeggiante; data l'assenza di elementi geomorfologici significativi in un intorno d'interesse non si è ritenuto utile elaborare una specifica carta geomorfologica. La situazione geomorfologica locale è chiaramente evidenziata dagli elaborati cartografici allegati.

#### **Aspetti idrologici ed idrogeologici**

Dal punto di vista idrologico l'area è dominata dalla presenza del Tevere, che assolve al ruolo di collettore idrico principale in cui convergono anche le acque meteoriche ricadenti nell'area di nostro stretto interesse.

Nel tratto prospiciente l'area d'interesse, il corso d'acqua, ha un andamento a meandri ed in corrispondenza della sponda sopra indicata risulta “incassato” di circa m.7,00.

La dinamica fluviale conseguente all'evoluzione dei meandri, ha fatto sì che in corrispondenza della sponda di nostro interesse il corso d'acqua ha inciso i suoi sedimenti e si è spostato, nel corso dei millenni, portandosi sempre più a ridosso del lato occidentale della valle.

In generale, questa naturale evoluzione ha fatto sì che in destra idrografica affiorano i sedimenti di base, mentre in sinistra, si sono generate potenti coltri detritiche alluvionali con spessori di circa 6 – 9 m.

La situazione sopra descritta è evidentissima, basta percorrere la strada che dalla Fraz. Pretola porta alla Fraz. Pontevallacceppi, per vedere alla propria destra “potenti” affioramenti della roccia di base in aggetto sulla viabilità. Al contempo, volgendo lo sguardo in direzione opposta, verso la sponda in sinistra idrografica, si vede la piana alluvionale del Tevere.

L'esame della cartografia tematica a corredo del PRG di Perugia, evidenzia che l'area in cui insiste l'impianto industriale delle Distillerie G. Di Lorenzo s.r.l. è classificata a rischio idraulico R2 – rischio moderato, per eventi critici con tempi di ritorno superiori a 200 anni.

Dal punto di vista idrogeologico si evidenzia la presenza di una falda che si sviluppa nell'ambito dei depositi alluvionali che colmano il fondovalle.

I circuiti idrici risultano confinati dal livello di base rappresentato dalla formazione marnoso arenacea che nell'ambito dell'impianto si attesta mediamente intorno ai m 6,00 di profondità.

La falda è in relazione con il fiume Tevere. Il livello piezometrico varia nel corso dell'anno in funzione delle interazioni falda-fiume. La particolare ubicazione del sito e la natura dei sedimenti locali giustificano una situazione idrogeologica variabile nel tempo. La circolazione idrica sotterranea ha sede in depositi alluvionali caratterizzati da elevati valori della permeabilità e le escursioni avvengono nell'ambito di depositi alluvionali caratterizzati da permeabilità piuttosto elevata con valori di K dell'ordine di  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  m/s.

In linea di massima le linee di flusso della falda vanno dai versanti al Tevere, ma nei periodi caratterizzati da eventi di piena del corso d'acqua il flusso si inverte ed il fiume alimenta la falda.

La stratigrafia del sito mette in evidenza che la parte superficiale dei depositi è caratterizzata da materiali a prevalente componente limo argillosa dalla scarsa permeabilità di spessore pari a circa m. 4,00 a questi seguono i materiali a maggior permeabilità sopra indicati. Questi elementi, unitamente alle misurazioni piezometriche portano a definire la falda localmente confinata o semiconfinata.

Le misurazioni del livello piezometrico sono state effettuate in corrispondenza del piezometro installato nel foro di sondaggio S1. In corrispondenza di questo punto il livello di base corrisponde al bedrock che si pone a circa m 7,00 di profondità. Le escursioni

registrate nel corso dell'anno evidenziano che nelle fasi di morbida il livello piezometrico si porta a circa m 3,00 dal piano di campagna (maggio 2013), mentre nelle fasi di magra il livello si porta in prossimità del livello di base, a circa m 5,5 dal p.c.(luglio 2012).

Sempre dagli esiti delle indagini condotte si evidenzia che i sedimenti a maggior permeabi

*Rif. Allegati:*

*A.6 – Carta assetto idraulico, stralcio del PAI ;*

*A.7 – Carta dei Vincoli, stralcio del PRG ;*

### **2.2.7 DATI SULL'ALLUVIONAMENTO DELL'AREA**

L'area d'intervento risulta censita con il mappale n°90 del foglio catastale n° 257 del Comune di Perugia ed è identificabile nella tavoletta IGM Perugia, al toponimo “Palazzetto”.

Sulla scorta delle indicazioni fornite dagli abitanti del luogo e dai gestori dell'impianto industriale, il mappale sopra indicato, che ospita l'impianto industriale delle Distillerie G. di Lorenzo, non è stato interessato da eventi di piena del fiume Tevere che si sono avuti nell'ultimo decennio.

Fenomeni di alluvionamento che hanno interessato la sponda opposta del corso d'acqua ed aree limitrofe alla distilleria che sono però censite con rischio idraulico elevato R3 – R4.

## **2.3 ANALISI CARTOGRAFIA PIANO DI BACIO PAI**

L'area d'intervento risulta censita con il mappale n°90 del foglio catastale n° 257 del Comune di Perugia ed è identificabile nella tavoletta IGM Perugia, al toponimo “Palazzetto”.

Il mappale sopra indicato, che ospita l'impianto industriale delle Distillerie G. di Lorenzo, risulta individuabile nella Tavola N. 8 del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – fasce fluviali e zone a rischio –.

La fascia fluviale ascritta risulta la **C**, mentre il rischio idraulico è definito **R2**.

*Rif. Allegati:*

*A.7 – Carta dei Vincoli, stralcio del PRG ;*

*A.2 – Planimetria Catastale;*

*A.6 – Carta assetto idraulico, stralcio del PAI*

## **2.4 VINCOLI DI NORMATIVA DERIVANTI DALLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA E DI PRG E VINCOLI DI TUTELA PAESAGGISTICO AMBIENTALE.**

Dall'esame della cartografia di PRG che recepisce la vincolistica sovraordinata emerge il quadro dei vincoli attivi sull'area. Per quanto attiene la pericolosità idrogeologica ed idraulica si ribadiscono i concetti espressi nei due paragrafi precedenti. L'elemento di pericolosità riguarda le condizioni idrauliche, infatti, l'area d'intervento rientra in fascia di rischio per eventi critici con tempo di ritorno  $T > 200$  anni. (**Fascia C, Rischio R2**). Il rischio è quindi moderato e gli interventi che sono di modesta entità non modificheranno la situazione attuale in termini di risposta ad eventuali eventi di piena.

Per quanto riguarda la vincolistica di tutela paesaggistica ed ambientale risultano attivi i seguenti vincoli:

1. Fiumi, torrenti, corsi d'acqua e relative fasce di rispetto sottoposte a tutela con D.G.R. N° 7131/95 ai sensi dell'Art. 142, lettera c) del D.Lgs. 42/2004;
2. Zona limitrofa – Aree di particolare interesse naturalistico ambientale Art. 137 bis del TUNA.

*Rif. Allegati:*

*A 8 – Carta vincolo paesaggistico, fasce fluviali, stralcio del PRG*

*A.9 – Carta vincolo aree interesse naturalistico, stralcio del PRG*

## **2.5 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO CON SINTESI DELLE RISULTANZE DEGLI SPECIFICI ELABORATI DA PRODURRE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE**

Come evidenziato dagli elaborati di progetto non si prevede di produrre un ingente volume di terre e rocce di scavo. Le operazioni di scavo si limiteranno a quelle necessarie per la messa in opera delle strutture di fondazione (interventi nn: 2, 9, 11) e per la realizzazione delle vasche (interventi nn: 1, 5).

Le terre oggetto di scavo sono rappresentate da materiali naturali. Date le modeste quantità quantificabili in complessivi 100 mc (int.1, 13mc; int. 5, 40mc) si intende riutilizzare il materiale di scavo nell'ambito del cantiere.

Ove necessario si provvederà ad un parziale allontanamento delle terre dal cantiere inquadrando il materiale come rifiuto oppure secondo i dettami della normativa vigente (al momento DGR 461 del 20/05/2013), provvedendo alla documentazione del caso.

## **2.6 SICUREZZA DEGLI SCAVI**

Gli scavi saranno tutti di modestissima entità, nell'ordine del metro di profondità. Gli scavi più profondi riguarderanno la realizzazione delle vasche e delle opere fondali del muro REI.

Per le vasche si ipotizza una profondità massima di m. 2,00 e quindi si provvederà ad inclinare il fronte con idonea pendenza  $< 45^\circ$ .

Le fondazioni del muro Rei saranno invece realizzate su pali e quindi non verranno a crearsi pareti di scavo.

Per quanto detto non si ravvisano particolari problemi riguardanti la sicurezza degli scavi. Lo specifico argomento sarà approfondito in fase esecutiva, a cura della direzione lavori e del coordinamento della sicurezza.



## **SEGUONO ALLEGATI**

*A 4 – Carta Geologica del Servizio Geologico Nazionale;*

*A.5 – Carta Rischio Ambientale, stralcio del PRG ;*

*A.6 – Carta assetto idraulico, stralcio del PAI*

*A.7 – Carta dei Vincoli, stralcio del PRG ;*

*A 8 – Carta vincolo paesaggistico, fasce fluviali, stralcio del PRG*

*A.9 – Carta vincolo aree interesse naturalistico, stralcio del PRG*

### **3. MODELLAZIONE GEOLOGICA**

#### **3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

##### **3.1.1 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE**

Lo studio geologico dell'area, è stato finalizzato alla definizione del modello geologico locale, al fine di valutare la progettazione nel contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico del sito.

L'approccio metodologico è stato quello dettato dalla normativa vigente già indicata nei precedenti paragrafi.

In primo luogo si è fatto riferimento agli studi riguardanti la zona e resi disponibili dalla committenza, dalla Pubblica Amministrazione, dalle fonti bibliografiche.

A questa fase è seguito il rilevamento geologico. Sulla scorta dei risultati delle precedenti fasi, viste le esigenze di progetto è stata pianificata l'indagine geognostica e geofisica.

Per la presente fase progettuale si è ritenuto sufficiente prendere in considerazione le indagini precedentemente condotte nell'ambito della distilleria e pianificate dallo scrivente.

In particolare si è tenuto conto di: N°1 prove penetrometrica dinamica; un sondaggio a carotaggio continuo; un profilo sismico di tipo MASW; N° 6 sondaggi elettrici verticali SEV; un pozzetto esplorativo.

L'obiettivo principale è stato quello di acquisire tutti gli elementi necessari a definire il modello geologico e geotecnicoale

*Rif. Allegati:*

*A.10 – Planimetria con indicazione di punti d'indagine;*

*A.11 – Prova Penetrometrica dinamica;*

*A.12 – Documentazione fotografica sondaggi;*

*A.13 – Pozzetto, descrizione e fotografia;*

*A.14 - Stratimetrie sondaggi S1, S2;*

*A.15 – Relazione indagini SEV*

##### **3.1.2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI CON STANDARD DI RIFERIMENTO DELLE VARIE PROVE, CARTA DI UBICAZIONE**

L'indicazione del tipo di indagini e prove eseguite è stato illustrato nel precedente paragrafo.

Si può ulteriormente aggiungere che la prova penetrometrica è stata eseguita dalla ditta Geoprobings s.r.l. Con penetrometro pesante di marca Pagani (spinta 20T), ulteriori informazioni sono contenute in specifica relazione.

Per quanto riguarda le indagini geofisiche, sono stati realizzati un profilo sismico di tipo MASW e n°6 sondaggi SEV. Le prove sono state condotte dalla ditta AGM Service s.r.l. Con sismografo PASI. Ulteriori indicazioni sono contenute nella relazione geofisica.

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato eseguito dalla ditta Geotecnica Lavori. Nelle operazioni di perforazione è stata utilizzata una sonda di marca Soil Mec.

## **3.2 SINTESI DELLE ANALISI CONDOTTE**

### **3.2.1 – 3.2.2. CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA STABILITÀ DEI VERSANTE E MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI PER LE VERIFICHE DI STABILITÀ**

Il territorio di nostro interesse si posta nell'ambito della valle tiberina, compreso tra la fascia pedemontana (lato ovest) e l'alveo del fiume Tevere. In questo contesto si identifica la zona degli insediamenti produttivi delle distillerie Di Lorenzo.

Dal punto di vista morfologico, l'area rientra in un ampio fondovalle caratterizzato da profili topografici sub-orizzontali.

L'esame della cartografia tematica ufficiale (PRG, Regionale, PAI) non evidenziano presenza di fenomeni franosi, né in corrispondenza dell'area d'intervento, né in corrispondenza del versante posto a monte dell'area..

I profili denotano condizioni di stabilità giustificate dalla contenuta acclività e dalla natura dei materiali presenti nel sottosuolo, costituiti da termini coesivi sovraconsolidati e granulari addensati, su bedrock litoide.

### **3.2.3. EVENTUALE SINTESI DELLE PROBLEMATICHE LEGATE ALLO SCARICO SUL SUOLO DELLE ACQUE REFLUE E RICHIAMI AD ELABORATO SPECIFICO**

Gli interventi relativi agli scarichi al suolo riguardano la realizzazione di una vasca per il trattamento delle acque di prima pioggia (13 mc), della problematica non si è occupato lo scrivente, se non a riguardo degli aspetti geologici e sismici di caratterizzazione del sito.

Si fa presente però che le acque meteoriche, superata la vasca per il trattamento della prima pioggia raggiungono il poderoso impianto di depurazione esistente. Di conseguenza non modificano la situazione idrologica ed idrogeologica esistente.

Per i chiarimenti riguardanti le modifiche impiantistiche, si rimanda allo specifico elaborato.

## **3.3 DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**

Il rilevamento geologico e le indagini geognostiche hanno permesso di stabilire la natura geologica del sottosuolo.

La lettura della cartografia geologica e le osservazioni in campagna evidenziano che il sottosuolo dell'area di nostro stretto interesse è costituito da depositi alluvionali (Pleistocene-Olocene). Questi sedimenti risultano in rapporto con i depositi alluvionali recenti (connessi alla morfologia e la dinamica attuali).

Dal punto di vista stratimetrico i depositi alluvionali sovrastano il bedrock che risulta molto superficiale.

Con specifico riferimento al modello stratimetrico proposto, nel report delle indagini geognostiche vengono indicati i valori geotecnici nominali acquisiti con prove in sito.

I depositi alluvionali risultano costituiti principalmente da ghiaie e sabbie a luoghi intercalate da strati e lenti di materiali con incrementi della frazione argillosa.

I depositi di base sono costituiti da arenarie e marne molto consistenti, ascrivibili alla formazione Marnoso-Arenacea.

Riassumendo, la situazione stratimetrica locale risulta la seguente:

1. Depositi alluvionali bn
2. Berdock (Marnoso Arenacea)

La pericolosità sismica connessa agli aspetti geologici e stratigrafici è quella prevedibile per le coltri detritiche alluvionali poste su bedrock, che verrà meglio analizzata nel capitolo della relazione sismica.

Per quello che riguarda gli aspetti geomorfologici, fermo restando quanto indicato negli specifici paragrafi dedicati al tema, non si evidenziano situazioni in grado di aumentare la pericolosità sismica di base.

Il modello geologico di sintesi è rappresentato in corrispondenza della sezione AA.

*Rif. Allegati:*

*A.16 – Carta Geologica Regionale 1 : 10.000 ;*

*A.17 – Modello geologico bidimensionale: sez ABC;*

### **3.4 VALUTAZIONE DELL'EFFETTO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Il rilevamento geologico e le indagini geognostiche e geofisiche hanno permesso di stabilire la natura geologica del sottosuolo.

L'ampiezza delle indagini ha evidenziato con sufficiente approssimazione il grado di omogeneità dei depositi, i rapporti tra le diverse unità, le principali discontinuità.

Fermo restando tutto quanto esposto nel paragrafo precedente per i maggiori chiarimenti si rimanda alla visione delle colonnine stratigrafiche ed alla sezione stratigrafica evidenziata nel modello geologico di sintesi.

### **3.5 MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI**

A chiarimento di quanto descritto nei precedenti paragrafi è stato elaborato il modello geologico di sintesi, che sintetizza i risultati degli studi e le analisi sin qui condotte.

*A.16 – Carta Geologica Regionale 1 : 10.000 ;*

*A.17 – Modello geologico bidimensionale: sez ABC;*

## **SEGUONO ALLEGATI**

*A 10 – Planimetria con indicazione di punti d'indagine;*

*A.11– Prova Penetrometrica dinamica;*

*A.12 – Documentazione fotografica sondaggi;*

*A.13 – Pozzetto, descrizione e fotografia;*

*A.14 - Stratimetrie sondaggi S1, S2;*

*A.15 – Relazione indagini SEV*

*A.16 – Carta Geologica Regionale 1 : 10.000 ;*

*A.17 – Modello geologico bidimensionale: sez ABC;*

## 4. MODELLAZIONE SISMICA

### 4.1 FINALITA' E METODO DI STUDIO

Lo studio sismico del sito è stato finalizzato alla ricerca dei parametri necessari per una progettazione edilizia definitiva ed esecutiva.

In primo luogo è stata presa in considerazione la classificazione sismica della zona. Successivamente è stato consultato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani per valutare la sismicità storica del sito.

Mediante il rilievo topografico-morfologico è stata determinata la categoria topografica di appartenenza ai sensi della NTC 2008.

Dalle indagini geologiche effettuate è stato ricavato il profilo stratigrafico e geotecnico e si è provveduto ad effettuare le prospezioni sismiche (MASW).

Attraverso le prove sismiche è stata ricavata sperimentalmente la categoria di suolo mediante correlazione con la velocità delle  $VS_{30}$ .

Questi dati sono stati elaborati per ottenere i parametri sismici locali e gli spettri di risposta.

*Rif. Allegati:*

*A.10 – Planimetria con indicazione di punti d'indagine;*

### 4.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA (SISMICITA' STORICA)

Il territorio è classificato come Zona di II Categoria Sismica.

La consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani evidenzia che nel raggio di 20 Km si sono avuti eventi sismici significativi, con magnitudo superiore a 3.00, catalogati a partire dall'anno 1600.

*Rif. Allegati:*

*A.18 – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;*

### 4.3 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio è classificato come Zona di II Categoria Sismica.

### 4.4 AZIONE SISMICA

#### 4.4.1 APPROCCIO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Data la situazione si è optato per l'approccio semplificato.

Dall'elaborazione delle prove geofisiche, sono stati riscontrati: gli spessori rilevati e le relative velocità delle Onde S. Il valore  $VS_{30}$  è risultato di 562 m/sec. Applicando il dettato normativo è possibile ascrivere il suolo alla categoria **B** - “*depositi con spessore superiore a m. 30, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori del  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”.

Va però precisato che la struttura di progetto dal maggior impatto sul terreno, il muro REI, date le caratteristiche strutturali, verrà affidata a fondazioni profonde attestate direttamente sul bedrock. In questo caso la categoria di suolo da considerare è la **A**. Infatti, alle quote di base la velocità delle onde S supera gli 800 m/s.

Quanto sopra è riportato anche in relazione sismica, a firma del tecnico geofisico esecutore.

*Rif. Allegati:*

*A.19 – Parametri sismici (configurazione suolo E);*

*A.19b – Parametri sismici (configurazione suolo A);*

*A.20 – Spettri di Risposta (configurazione suolo E);*

*A.21 – Relazione Sismica prova M.A.S.W.;*

#### **4.4.2 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI SISMICI**

Le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di depositi alluvionali a prevalente comportamento granulare.

Questi sedimenti, il cui spessore assume valore modesto, ricoprono il basamento miocenico che è rappresentato dalla formazione Marnoso-Arenacea.

Le terre di copertura denotano giacitura sub orizzontale e geometria planare e lenticolare.

Riassumendo, la situazione stratimetrica locale risulta la seguente:

3. (m. 0,0 – m. 0,4) Terreno vegetale e riporto;
4. (a seguire fino a circa m 3,00-4,00 di profondità) Terre limo-sabbiose di colore giallastro con clasti dispersi;
5. (a seguire fino a circa m. 7,00-9,00 di profondità) Ghiaie sabbiose. La componente ghiaiosa assume dimensioni dei singoli clasti anche notevoli;
6. (a seguire fino ad oltre m. 30,00 di profondità) Alternanza di strati marnosi ed arenacei integri (bedrock).

Stante la situazione stratimetrica descritta, i materiali compresi nel volume significativo d'influenza delle strutture fondali, vanno dai limi argillosi di copertura alla formazione Marnoso Arenacea.

Dall'esame dei rapporti delle prove effettuate in cantiere i valori medi di caratterizzazione dei terreni si possono riassumere come segue:

##### **Terreno vegetale e riporto**

peso di volume .....  $\gamma = 1,75 \text{ t/mc}$

coesione non drenata .....  $c_u \leq 1,0 \text{ kg/cm}^2$

angolo d'attrito residuo .....  $\phi = 5^\circ - 7^\circ$

##### **Depositi clastici (sabbie limose-limi sabbiosi)**

peso di volume .....  $\gamma = 1,85 - 1,90 \text{ t/mc}$

coesione non drenata .....  $c_u = 0,90 - 1,25 \text{ kg/cm}^2$

angolo d'attrito interno .....  $\phi' = 22^\circ - 24^\circ$

coesione drenata .....  $c' = 0,10 - 0,12 \text{ kg/cm}^2$

densità relativa .....  $Dr = 35 - 40\%$

modulo edometrico .....  $E = 40 - 45 \text{ kg/cm}^2$

costante di Winkler .....  $K = 2,40 - 4,80 \text{ kg/cm}^2$

Questi materiali rappresentano il terreno di fondazione delle strutture di neo realizzazione (tranne muro REI int. 9). Trattasi di materiali a comportamento misto dalle caratteristiche geomeccaniche discrete. Denotano un certo grado di precompressione ed hanno spessore di circa m. 3,00.

##### **Depositi clastici (ghiaie sabbiose)**

peso di volume .....  $\gamma = 1,92 - 2,10 \text{ t/mc}$

coesione non drenata .....  $c_u = 0,00 \text{ kg/cm}^2$   
 angolo d'attrito interno.....  $\phi' = 40^\circ - 45^\circ$   
 coesione drenata .....  $c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$   
 densità relativa.....  $D_r = 80 - 85\%$   
 modulo edometrico .....  $E = 700 - 750 \text{ kg/cm}^2$   
 costante di Winkler .....  $K = 10 - 30 \text{ kg/cm}^2$

Trattasi di materiali a comportamento granulare dalle caratteristiche geomeccaniche discrete. Denotano un certo grado di precompressione ed hanno spessore di circa m.4,00.

#### **Formazione Marnoso-Arenacea (banda alterata)**

peso di volume .....  $\gamma = 2,00 - 2,40 \text{ t/mc}$   
 coesione non drenata .....  $c_u = 4,0 - 7,00 \text{ kg/cm}^2$   
 modulo edometrico .....  $E = 50 - 100 \text{ kg/cm}^2$   
 costante di Winkler .....  $K > 4,80 \text{ kg/cm}^2$

Rappresentano il bedrock locale. Le fondazioni profonde del muro REI (intervento n°9) si attesteranno direttamente sul bedrock caratterizzato da parametri geo-meccanici eccellenti.

*Rif. Allegato:*

*A.11– Prova Penetrometrica dinamica;*

## **4.5 STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE**

Le indagini evidenziano che il terreno di fondazione è costituito da materiali classificabili come limi argillosi e/o argille limose. Gli strati granulari denotano granulometrie grossolane ascrivibili a ghiaie con sabbia.

La qualificazione delle terre non è stata desunta da analisi granulometriche, ma dal comportamento meccanico dei materiali e dall'esame visivo effettuato in fase di sondaggio.

Dall'esame di prove ed analisi non si ravvisano i presupposti per fenomeni di liquefazione.

La determinazione analitica della verifica alla liquefazione viene presentata in allegato.

*Rif. Allegati:*

*A.22 – Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione;*



## **SEGUONO ALLEGATI**

*A.18 – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;*

*A.19 – Parametri sismici;*

*A.20 – Spettri di Risposta;*

*A.21 – Relazione Sismica prova M.A.S.W.;*

*A.22 – Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione;*

## 5. MODELLO GEOLOGICO – CONCLUSIONI

I contenuti del presente documento definiscono in maniera sufficientemente completa il modello geologico locale.

Di seguito si ribadiscono i principali elementi.

- Il rilevamento geologico ha evidenziato che in un intorno significativo sono presenti termini litologici ascrivibili a depositi continentali depositati in facies fluviale. Non si evidenziano strutture tettoniche attive nell'immediato intorno d'interesse.
- Il rilevamento geomorfologico evidenzia profili topografici sub-orizzontali. Le condizioni topografiche descritte sono ascrivibili alla categoria T1. Non risultano processi morfologici attivi e/o latenti.
- Per quanto riguarda gli aspetti idrologici ed idraulici si recepisce quanto indicato nel PRG comunale e nel PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, vale a dire che l'area ricade in fascia C, con rischio idraulico R2, quindi, a moderato rischio di allagamento, per eventi critici con tempi di ritorno >200 anni; la circolazione idrica sotterranea ha sede nei depositi alluvionali a granulometria grossolana, compresi tra il basamento miocenico ed i depositi sottili di chiusura. La falda risulta, quindi, semi confinata, come evidenziato dagli esiti della prova penetrometrica.
- Le indagini geognostiche sono state condotte mediante sonda, escavatore e penetrometro. Dall'incrocio dei dati geognostici e quelli geofisici si è potuto stabilire che la coltre dei materiali alluvionali sovrastanti il bedrock marnoso-arenaceo è di circa m. 7,00 - 9,00. Inoltre, questi terreni, rientrando nelle classi granulometriche dei limi e delle sabbie e delle ghiaie, sono sufficientemente addensati e non risultano soggetti a fenomeni di liquefazione.
- Dal punto di vista sismico, l'esame del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani ha evidenziato che storicamente l'area è stata interessata da eventi sismici. Inoltre, la zonazione sismica nazionale classifica il sito in II categoria, ed i coefficienti sismici sono risultati come da report in paragrafo sismicità. La categoria di suolo è stata determinata con prospezione diretta di tipo MASW ed è risultata – E – Va specificato che la struttura di maggior impatto riguarda il muro REI (intervento n°9), questa opera verrà affidata a fondazioni profonde attestata su bedrock, in questo caso la categoria di suolo ascrivibile è la A ( $V_s > 800$  m/s).



The image shows a circular professional stamp of the 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE UMBRIA'. Inside the stamp, it reads 'DOTT. GEOL. GIUSEPPE PANNONE' and 'ALBO 262'. Below the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads 'Giuseppe Pannone'.