



# Comune di Orbetello

Provincia di Grosseto

Progetto per:

impianto di stoccaggio e recupero  
rifiuti pericolosi e non pericolosi

- Loc. La Marta, Fonteblanda -

Committenza: C.N. Talamone SRL

Gruppo di lavoro:

*Geol. SIMONA PETRUCCI*  
*Corso Carducci n. 6 - 58100 Grosseto*  
*C.f. PTRSMN71D57E202K*

*Geom. ANDREA AREZZINI*  
*Corso Carducci n. 6 - 58100 Grosseto*  
*C.f. RZZNDR75C14E202O*

Corso Carduccin° 6 - 58100 - Grosseto  
Tel 056425217 - fax 0564417808  
e-mail:spetruc@libero.it

Timbro e Firma:

ELABORATO

**E3**

TAVOLA

-

DATA

Novembre 2014

TITOLO

***Relazione geologica***

# RELAZIONE GEOLOGICA

<b>PARAGRAFI</b>	<b>PAG.</b>
1. Prefazione_____	2
2. Inquadramento territoriali e vincolistico_____	3
3. Inquadramento geografico e geomorfologico_____	4
4. Considerazioni geomorfologiche_____	6
5. Inquadramento geologico_____	8
6. Inquadramento idrogeologico_____	9
7. Acquisizione dati geologico-tecnici_____	10
8. Stima parametri sismici_____	11
9. Considerazioni conclusive_____	14

## **1. Premessa**

Su incarico e per conto del Sig. Orlandi Antonio in qualità di legale rappresentante della **Società C.N Talamone**, è stata effettuata un'indagine geologico-geomorfologica di supporto al progetto relativo alla realizzazione di un Impianto di stoccaggio e recupero rifiuti pericolosi e non pericolosi da espletare all'interno di un area dove è presente un fabbricato attualmente adibito a impianto stoccaggio rifiuti non pericolosi, posto in località La Marta Vecchia nel Comune di Orbetello.

La seguente relazione, redatta ai sensi della seguente normativa:

- *D.M. 11/03/1988 e della relativa Circ. Appl. Min. LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988,*
- *Decreto Interministeriale 14/09/2005 "norme tecniche per le costruzioni",*
- *D.L.gs 152 del 29/03/2006 "Norme in materia ambientale",*
- *Art. 185 D. Lgs 152/2006;*
- *D.P.G.R. 36/R/2009 "regolamento d'attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. n° 1/2005;*
- *L. R. 39/2000 "Legge Forestale della Toscana",*
- *Decr. Pres. G.R. n°48/R del 08/08/2003 Regolamento d'attuazione della Legge Forestale della Toscana",*
- *L.N. n°36 del 05/01/1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche",*
- *Ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica", Del. G.R. 431 del 19/06/2006 "Attuazione del D.M. 14/09/2005 e O.P.C.M. 519 del 28/04/2006" e del D.M. 14/01/2008,*
- *Norme Tecniche del P.A.I.,*
- *Piano Strutturale del Comune di Orbetello,*
- *P.T.C. della Provincia di Grosseto,*
- *Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello,*

ha come scopo la ricostruzione degli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici dei luoghi di interesse al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e geomorfologico i terreni presenti nel sottosuolo di proprietà della Committenza.

La presente relazione ha come scopo anche quello di definire l'assetto morfologico dell'area al fine di individuare eventuali movimenti gravitativi che hanno interessato i terreni affioranti e, qualora identificati, definirne il grado di attività degli stessi processi gravitativi.

Le indagini svolte sono state finalizzate all'accertamento dell'assenza di interferenza tra il progetto ed il contesto morfologico, idrogeologico ed idrogeochimico dell'area in esame,

cioè di quella porzione di territorio (comprendente l'area interessata dall'ubicazione dell'opera e quella ad essa limitrofa) individuabile con criteri geomorfologici ed idrogeologici il cui equilibrio potrebbe essere alterato dalla realizzazione delle opere o, viceversa, i cui processi evolutivi potrebbero compromettere l'utilizzazione delle strutture in progetto.

Detto studio si prefigge, inoltre, di stimare, conseguentemente alla realizzazione degli interventi, l'entità delle alterazioni e/o interazioni ambientali e la stabilità generale della zona in esame fornendo anche una valutazione sulla compatibilità tra l'opera in progetto ed il contesto geologico-ambientale dell'area oggetto di studio.

**L'intervento in progetto propone di ampliare la capacità impiantistica e l'offerta in relazione alle tipologie di rifiuti conferibili all'impianto.**

In dettaglio:

-Sarà modificato il piazzale esterno, perimetrale al fabbricato esistente, realizzando una pavimentazione in calcestruzzo armato di tipo industriale carrabile ed idoneo al lavaggio. Il pacchetto di pavimentazione del piazzale esterno sarà composto da uno strato di ghiaia di allettamento con altezza di 0,20 m e da una soletta armata in calcestruzzo di spessore 0,20 m. Sul piazzale verranno posizionate delle griglie prefabbricate in c.a. per la raccolta e il convogliamento all'impianto di trattamento delle acque di prima e seconda pioggia.

-Verrà realizzata una piazzola di lavaggio mezzi, isolata dal resto del piazzale da muretti in c.a e apposite griglie di raccolta delle acque di lavaggio.

-All'interno del capannone si prevedono dei trattamenti sulla pavimentazione esistente in mattonato in clinker, volti a garantire la completa impermeabilizzazione dell'attuale pavimentazione. Davanti agli ingressi saranno posizionate delle griglie per la raccolta di eventuali liquidi sversati e dell'acqua utilizzata per il lavaggio della pavimentazione interna.

**Le modifiche edilizie sono già state autorizzate e quasi tutte già realizzate in quanto a supporto dell'autorizzazione semplificata. Si procederà alla eventuale presentazione di varianti non sostanziali per le opere che subiranno modifiche dovute alla fase di realizzazione**

Valutata la finalità del progetto, si è proceduto ad effettuare un rilievo geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi d'interesse, in modo tale da ottenere informazioni da integrare con i dati ricavati dalle indagini effettuate direttamente in sito e con i dati tratti dalla bibliografia e cartografia esistente.

Le analisi, tenuto conto il tipo d'intervento previsto, si sono così sviluppate:

■ **indagini preliminari con rilievi direttamente sul posto, in particolare:**

- ❖ *rilievo geomorfologico e geologico dei luoghi e di un loro significativo intorno;*
- ❖ *ricostruzione della successione stratigrafica locale attraverso scavi geognostici con escavatore e notizie bibliografiche relative la zona (pozzi limitrofi);*
- ❖ *esecuzione di una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c. per verificare le caratteristiche geotecniche del sottosuolo*
- *raccolta di dati da studi o ricerche relative a processi morfogenetici in atto (Proposta di nuova perimetrazione del Vincolo Idrogeologico o Carta del Dissesto della Provincia di Grosseto (anno 1999), P.A.I. Fiume Ombrone redatto dalla Regione Toscana (anno 2004), Piano Strutturale di Orbetello, Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello e P.T.C. della Provincia di Grosseto.*

## **2. Inquadramento territoriale e vincolistico**

L'area in esame è cartograficamente rappresentata nel Foglio 342 Sez. I<sup>a</sup> “ Magliano in Toscana ” della Carta Topografica d'Italia (1:25.000) ed in dettaglio nell'Elemento n° 342030 della nuova Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

*L'area esaminata non è soggetta a **Vincolo Idrogeologico** ai sensi del R.D.L. n° 3267/1923 (Vincolo Idrogeologico).*

Ai sensi del **P.A.I.** (ex Sarno L. 1212/99) l'area in esame ricade nel Dominio Geomorfologico ed Idraulico Forestale, al di fuori del Dominio Costiero e delle aree soggette a Pericolosità Idraulica elevata e/o molto elevata.

Visionato il **Regolamento urbanistico del Comune di Orbetello** (adottato con Del.CC. n. 26 del 12 aprile 2010, approvato con Del. CC. n. 8 del 7 marzo 2011, pubblicato sul BURT n. 14 del 6 aprile 2011. Il RU è modificato dalla Variante approvata con del.c.c. n. 34 del 22.06.2012 in Adeguamento del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) si può dichiarare che il lotto in esame ricade:

- *Carta Della Pericolosità Idraulica:* ricade in pericolosità bassa;
- *Carta Individuazione aree con problematiche idrogeologiche:* ricade in media vulnerabilità idrogeologica;
- *Nuova Perimetrazione Carta Pericolosità geomorfologica e problematiche di dinamica costiera (approvata dalla Regione Toscana con parere favorevole n°18428*

prot. 140732): pericolosità geomorfologica media;

- Carta delle aree esondabili: ricade in pericolosità idraulica bassa su base analitica .

Visionato il **Piano Strutturale del Comune di Orbetello** si può dichiarare che il lotto in esame ricade (vedi elaborati grafici):

- CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA: pericolosità media,
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA: pericolosità media,
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA: pericolosità bassa,
- CARTA DELLE AREE ALLAGATE E DEI CONTESTI IDRAULICI :nessun ambito.

Visionato il **Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto (PTC)** si può dichiarare che il lotto in esame ricade:

- Tavola 2.4- ARIA, ACQUA E SUOLO : nelle aree con elevata propensione al dissesto per frana,
- Tavola 3.4- MORFOLOGIA TERRITORIALE: ricade nelle aree di Fonteblanda e Talamonaccio,
- Tavola 4- INFRASTRUTTURE ED INSEDIAMENTI: ricade nei territori ad elevata tensione insediativa, estensione massima e nei perimetri della Città della Maremma,
- Tavola 5- AZIONI STRATEGICHE: ricade nelle aree a tutela e valorizzazione di aree di grande valore ambientale.

Il **Comune di Orbetello**, ai sensi della nuova normativa in materia di rischio sismico Ordinanza n° 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.....”, è classificato come “zona 4” per la quale s’individua un valore d’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni  $< 0,05$ , mentre ai sensi della Del. C.R. n° 791 del 29/12/1981 e D.M. 19/3/1982, lo stesso comune rientra tra le zone N.C. (non classificate).

Ad oggi si può asserire che:

- vista la Del. GRT n° 604 del 16/06/2003 con la quale è stata recepita la riclassificazione sismica preliminare contenuta nell’all. 1 all’Ord. OPCM 3274/03,
- vista la Del. GRT 751 del 28/07/2003 con la quale veniva data la possibilità ai cittadini dei comuni prima non sismici poi classificati tali con l’ordinanza 3274/03 di utilizzare quale normativa sismica, per presentare i progetti presso gli uffici regionali, quella del DM 16/01/1996,
- vista la Del. CR n° 169 del 08/10/2003 con la quale la Regione Toscana rendeva obbligatoria la progettazione con criteri antisismici delle costruzioni anche nelle zona 4,
- visto che l’emanazione del DM 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni”

*apporta delle importanti modifiche anche per ciò che concerne i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale ed infatti vengono rivisti i valori di ancoraggio dello spettro di risposta elastico tranne che per la zona “4” visti i bassi valori di accelerazione,*

*- vista la Del. 19/06/2006 n° 431 “Riclassificazione sismica del territorio regionale in attuazione del D.M. 14/09/2005 e O.P.C. 3519 del 28/04/2006 pubblicata sulla gazzetta ufficiale dell’11/05/2006,*

*- visto il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” pubblicato sulla gazzetta ufficiale dell’04/02/2008,*

**il Comune di ORBETELLO rimane nella “Classe 4” della nuova classificazione sismica.**

### **3. Inquadramento geografico-geomorfologico**

L’area esaminata è cartograficamente rappresentata nel Foglio 342 Sez. I<sup>a</sup> Sezione – *Magliano in Toscana* - della nuova Carta Topografica d’Italia (1:25.000) ed in dettaglio nell’elemento 342030 della nuova Carta Tecnica 1:10.000.

L’area esaminata è situata all’interno del territorio comunale di Orbetello, in località La Marta; più precisamente alla proprietà in esame si accede attraverso la Strada Vicinale della Migliorina che si diparte dalla Strada Provinciale di Talamone n° 1 corrispondenza del km 6,900.

L’area ricade all’interno di un contesto collinare in cui modeste dorsali allungate prevalentemente Nord-Sud sono intervallate da valli estese, incise da corsi d’acqua a deflusso naturale; in dettaglio l’area in cui ubicare l’impianto si trova lungo le propaggini nord-occidentali della dorsale collinare orientata NO-SE e culminante in Poggio del Molinaccio (366,8 m s.l.m.), nel tratto di raccordo con la piana del Fosso Scarmiglione, ad una quota di circa +34 m s.l.m.. L’area oggetto d’intervento ricade su un’area pianeggiante debolmente immergente verso Sud-Ovest e delimitata a nord dalla strada vicinale della Migliorina, mentre sugli altri tre lati da campi non di proprietà. Il Fosso Scarmiglione dista dall’area in esame circa 40 metri sud-est.

### **4. Considerazioni geomorfologiche**

La presente relazione geomorfologica-geologica, è stata redatta oltre che per caratterizzare il sottosuolo sede delle strutture da modificare e quelle da realizzare, anche per evidenziare e definire l’assetto morfologico dell’area ed individuare eventuali movimenti gravitativi che hanno interessato i terreni affioranti e, qualora identificati, definirne il grado di attività degli stessi processi gravitativi.

**Il primo passo** è stato quello di visionare gli studi esistenti su tale comprensorio quali: Proposta di nuova perimetrazione del Vincolo Idrogeologico o Carta del Dissesto del P.A.I. Fiume Ombrone redatto dalla Regione Toscana (anno 2004), Piano Strutturale e Regolamento Edilizio di Orbetello, e P.T.C. della Provincia di Grosseto (anno 2010).

❖ Ai sensi del P.A.I. perimetrazione anno 2005 “Piano Assetto Idrogeologico del Fiume Ombrone” l’area ricade nel **Dominio geomorfologico e idraulico-forestale** – *corrisponde alle aree collinari e alto collinari nelle quali, aldilà delle criticità presenti, è necessaria una azione di presidio territoriale tesa da un lato a prevenire il manifestarsi di dissesti locali, dall’altra a non indurre “carichi incontrollati” nelle aree di valle (dominio idraulico).*

*In generale in questo dominio il reticolo delle acque superficiali non assume rilevanza in quanto tale, ma rappresenta uno degli elementi del sistema ambientale. In tali aree si attuano in genere interventi di carattere locale tesi sostanzialmente a favorire la dinamica naturale acqua-suolo anche ai fini del controllo dell’erosione superficiale e del trasporto solido, dell’equilibrio nel convogliamento delle acque superficiali- al di fuori delle aree soggette a Pericolosità Idraulica elevata e/o molto elevata e/o aree soggette a Pericolosità geomorfologica elevata e/o molto elevata.*

❖ Ai sensi della Carta della Pericolosità Geologica del Piano Strutturale di Orbetello l’area ricade all’interno della classe media.

❖ Ai sensi della Tavola 2.2. Aria Acqua e Suolo del P.T.C della Provincia di Grosseto l’area ricade in parte all’interno delle aree a propensione del dissesto per frane (porzione centrale e orientale).

**Secondo passo** è stato quello di verificare la presenza o meno di movimenti gravitativi mediante un piano d’indagine così articolato:

- Rilievo geomorfologico di campagna per l’individuazione dei principali elementi necessari sia per la delimitazione in superficie di aree in frana (nicchia di distacco, trincea o zona depressa, corpo di frana, piede della frana,) sia per la definizione del grado di attività o inattività degli stessi movimenti gravitativi (presenza di alberi uncinati, fessure longitudinali, emergenze di acqua)
- scavi geognostici con escavatore della profondità massima di -2,50 metri dal p.c. per verificare la litologia del terreno superficiale, da confrontare con quello rinvenuto in aree adiacenti e geologicamente comparabili;

**L’insieme dei dati acquisiti con quanto sopra dichiarato ed effettivamente realizzato, ha permesso di individuare forme e depositi tra cui, però, non rientrano frane attive e/o condizioni geomorfologiche propense al dissesto nell’area sede d’intervento ed**



**in quella ad essa limitrofa.**

## **5. Inquadramento geologico**

Dal punto di vista geologico (estratto dalla Carta Geologica Regionale 1:10.000 riportata sul sito della Regione Toscana integrata con i rilievi di superficie - vedere Tavola 1) nell'area di studio affiorano estesamente i sedimenti quaternari ossia le Alluvioni ghiaiose-sabbiose-limose (**bn2**) che sormontano le unità rocciose della Falda Toscana qui rappresentate dalla Formazione della Formazione del Macigno.

Nell'area in cui si prevede di realizzare quanto in progetto affiorano i depositi alluvionali quaternari limoso-sabbioso-ghiaiosi (**bn2**) *attuali e recenti*, costituiti prevalentemente da argille limose e argille limose debolmente sabbiose con intercalati, localmente, livelli di ghiaie medio grossolane color marrone-giallo ocra; in superficie e per uno spessore di poco superiore al mezzo metro, affiorano delle sabbie limose con stato di addensamento medio.

Al di sotto delle alluvioni affiora la formazione del Macigno (oltre 100 metri), costituita da sequenze torbidiche di arenarie gradate quarzoso micacee feldspatiche, a grana minuta o media, che si presentano in strati che superano il metro di potenza (spessi-molto spessi), cui s'intercalano livelli argillitici e siltitici di esiguo spessore.

Il rapporto arenite/pelite dello strato torbidico è maggiore di 1 ( $>>1$ ); la potenza degli strati varia da 15/20cm ad alcuni metri, mantenendosi su medie di 1m (80 cm di arenite e 20 cm di pelite). Le areniti, classificate in parte come arcose fillarenitiche ed in parte come fillareniti feldspatiche (GANDOLFI PAGANELLI,1989,1992), sono di colore giallo-arancione in superficie alterata e grigio-verdolino in frattura fresca.

**In dettaglio nell'area in esame, grazie a scavi geognostici realizzati con escavatore, affiorano delle sabbie limose con intercalate livelli di ghiaie argillose a discreto stato di addensamento.**

## **6. Inquadramento idrogeologico**

Dal punto di vista idrogeologico, nell'area sede d'intervento è posta all'interno di una delle valli che attraversano trasversalmente il sistema collinare che dal capoluogo si sviluppa verso l'entroterra, all'interno delle quali durante le varie fasi climatiche del quaternario si è sviluppata una articolata successione stratigrafica. In questo contesto geologico, l'assetto idrogeologico è direttamente legato alle costituzione stratigrafica del sottosuolo e alle

caratteristiche idrologiche dei terreni presenti. Di seguito si definiscono le caratteristiche idrologiche dei terreni presenti nel sottosuolo, che sulla carta sono stati divisi in 2 gruppi.

**1° gruppo** – terreni a permeabilità prevalente per porosità: i vuoti che permettono il passaggio dell'acqua si sono formati contemporaneamente al litotipo che li contiene e fanno parte della sua struttura e tessitura. Tale tipo di permeabilità dipende dalle dimensioni, forma, disposizione e grado di cementazione dei granuli costituenti i terreni. In questo gruppo sono compresi tutti i terreni quaternari facenti parte dei materiali di copertura soprastanti il substrato, ossia i terreni di natura eluviale colluviale a permeabilità buona, i terreni d'origine alluvionale a permeabilità discreta.

**2° gruppo** – terreni a permeabilità secondaria: i vuoti che permettono il passaggio dell'acqua sono dovuti ad azioni successive alla litogenesi; tali azioni provocano, soprattutto in rocce lapidee, fessurazioni, fratturazioni, meati da variazioni termiche e da erosione meccanica. Questo gruppo comprende l'ammasso roccioso d'origine flyschoidale a composizione arenaceo-pelitica della formazione del Macigno (mg). In dettaglio, l'ammasso roccioso si presenta in superficie da fortemente a moderatamente alterato, con una frequenza delle discontinuità inferiore a 0,2 m; in profondità invece, si passa ad una compagine rocciosa da leggermente alterata a fresca, con una minore frequenza delle discontinuità (da largamente a molto largamente spaziate). La distribuzione e frequenza delle micro e macrofessure non è mai omogenea, ciò determina nella roccia serbatoio un'anisotropia delle caratteristiche idrologiche ulteriormente esaltate dalla variabilità litologica (alternanza di arenarie e argilliti). Nell'insieme l'ammasso roccioso possiede una permeabilità bassa, che può essere localmente discreta nei livelli arenacei molto fratturati. Tali valori sono stati stimati in funzione delle caratteristiche litologiche e dello stato di fratturazione della formazione e sulla base di dati bibliografici (HAMILL & BELL, 1966).

Idrogeologicamente, l'area all'interno della quale sono presenti le strutture oggetto d'intervento, può essere divisa in due zone: una pedecollinare, l'altra di piana alluvionale.

Nell'area pedecollinare, il limitato spessore dei depositi di copertura e la posizione geomorfologica che favorisce il drenaggio delle acque verso valle, impedisce l'esistenza di una falda idrica sotterranea. Nel sottosuolo l'acqua può quindi infiltrarsi e rapidamente defluire verso il fondovalle. Nella zona di piana alluvionale invece, si trova un acquifero a falda libera, impostato all'interno dei terreni sabbioso ghiaioso limosi a permeabilità discreta ( $K \cong 10^{-3}/10^{-4}$  cm/sec.) posti ad una profondità di oltre -20/25 m dal p.c. e "limitato" lateralmente ed al letto dall'acquicludo rappresentato dalle rocce arenitico-argillitiche (formazione del Macigno) con permeabilità molto minore.

Lo studio dell'andamento stagionale della superficie freatica degli acquiferi presenti nell'area, con caratteristiche idrogeologiche analoghe a quello d'interesse, affiancato alla

conoscenza diretta della soggiacenza rilevata nei piezometri appositamente realizzati e nel pozzo presente poco a valle dell'area in studio, permettono di verificare come la superficie freatica sia caratterizzata da minimi stagionali (magra) durante i mesi di agosto/settembre e massimi (morbida) durante i periodi dell'anno più piovosi (autunno-primavera).

## **7. Acquisizione dati geologico-tecnici**

### **7.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti**

La parametrizzazione dei terreni affioranti, è stata effettuata mediante una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c., correlata ad uno studio tomografico che si è esteso sotto l'area di sedime delle costruzioni presenti all'interno della proprietà della Committenza.

Di seguito si riporta una caratterizzazione di dettaglio di tutti i livelli incontrati al fine di estrapolare i parametri geotecnici che saranno usati per la progettualità di qualsiasi intervento che la Committenza vorrà effettuare all'interno dell'area.

*Nell'area sono state cartografate tre formazioni geologiche e, grazie alle indagini dirette e indirette effettuate in sito, è stato possibile individuare strati con parametri geotecnici diversi quali:*

- *Depositi alluvionali quaternari costituiti da limi sabbiosi argillosi,*
- *Depositi marini costituiti da sabbie calcarei con intercalati livelli di ghiaie sabbiose limose,*
- *Substrato roccioso arenaceo.*

#### **7.1.1 Depositi alluvionali terrazzati e depositi marini**

Considerato il contesto geologico, al fine di caratterizzare sia geotecnicamente sia stratigraficamente i terreni presenti nel sottosuolo, è stata realizzata una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c.. ed una sezione tomografica. La ricostruzione del modello geologico-tecnico, è stata effettuata utilizzando i dati della succitata prova penetrometrica statica CPT1, rielaborata con il programma Static Probing. La rappresentazione grafica dei dati desunti dalla prova e rilievi effettuati è riportata in allegato alla relazione.

## **7.2 Prove penetrometriche statiche CPT**

Le prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) rappresentano uno dei più diffusi ed efficaci metodi d'indagine geotecnica in sito (laddove affiorano terreni coesivi), infatti, utilizzate sin dagli anni trenta, sono oggi giorno ancora ampiamente impiegate data la loro economicità e rapidità d'esecuzione.

Questa tipo di prova consiste nell'infliggere verticalmente nel terreno, con una velocità compresa fra 15 e 25 mm/sec., una punta conica metallica (di dimensioni standard in base alle norme ASTM D 3441) posta all'estremità di un'asta di acciaio, prolungabile con l'aggiunta di altre aste. L'infissione avviene tramite un sistema idraulico di spinta previo ancoraggio al suolo della sonda penetrometrica, il quale avviene mediante delle coclee di lunghezza di 1,2 m. L'esecuzione della prova consiste nel fare avanzare a intervalli regolari di 20 cm l'intera batteria d'aste. Per i primi 4 cm di avanzamento si registra la resistenza alla punta  $Q_c$ , per i successivi 4 cm quella della punta  $R_p$  più quella laterale  $R_l$  e cioè la resistenza totale  $R_t \Rightarrow (R_l = R_t - R_p)$ ; negli ultimi 12 cm non si eseguono letture. La misura dello sforzo necessario alla penetrazione avviene mediante una cella di carico oleodinamica, interposta fra i martinetti idraulici di spinta e la batteria di aste, collegata a due distinti manometri con diverso fondo scala, per avere una maggiore precisione di lettura. I dati registrati sono raccolti in una tabella ed illustrati su un grafico in funzione della profondità (vedere rapporti allegati nella relazione).

I dati acquisiti con le prove penetrometriche statiche sono stati elaborati tramite un apposito software (*WIN-CPT ver. 2.01*). L'elaborazione di questi dati ricavati dalle prove CPT consente, grazie a numerose correlazioni sviluppate da esperienze sperimentali condotte da ricercatori in tutto il mondo, la determinazione:

- della natura granulometrica dei terreni attraversati, tramite il valore di  $R_p$  e il rapporto  $R_p/R_l$  (BEGEMANN, 1965; SCHMERTMANN, 1978);
- dei principali parametri geotecnici, in condizioni non drenate, per i terreni argillosi, limosi e sabbiosi, in funzione della natura litologica e del valore di  $R_p$ .

Di seguito alleghiamo le stratigrafie delle prove limitrofe nelle quali sono riportati i principali parametri geotecnici ottenuti dall'applicazione delle correlazioni empiriche.

### PROVA Nr.1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,1	1,3	0,1	1300,0
0,60	19,00	38,0	19,1	1,1	17,4	5,8
0,80	16,00	32,0	16,1	0,8	20,1	5,0
1,00	25,00	37,0	25,1	1,3	19,3	5,2
1,20	23,00	43,0	23,3	2,7	8,6	11,6
1,40	35,00	75,0	35,3	2,6	13,6	7,4
1,60	52,00	91,0	52,3	3,7	14,1	7,1
1,80	54,00	109,0	54,3	3,2	17,0	5,9
2,00	82,00	130,0	82,3	4,9	16,8	6,0
2,20	112,00	185,0	112,4	2,3	48,9	2,0
2,40	77,00	112,0	77,4	1,5	51,6	1,9
2,60	39,00	62,0	39,4	2,5	15,8	6,3
2,80	30,00	67,0	30,4	1,9	16,0	6,3
3,00	112,00	141,0	112,4	1,9	59,2	1,7
3,20	108,00	137,0	108,6	1,3	83,5	1,2
3,40	56,00	76,0	56,6	2,3	24,6	4,1
3,60	28,00	62,0	28,6	1,5	19,1	5,2
3,80	25,00	47,0	25,6	1,2	21,3	4,7
4,00	27,00	45,0	27,6	1,6	17,3	5,8
4,20	26,00	50,0	26,7	0,7	38,1	2,6
4,40	27,00	37,0	27,7	1,7	16,3	6,1
4,60	35,00	60,0	35,7	1,3	27,5	3,6
4,80	46,00	65,0	46,7	0,6	77,8	1,3
5,00	31,00	40,0	31,7	0,9	35,2	2,8
5,20	30,00	43,0	30,8	1,5	20,5	4,9
5,40	29,00	52,0	29,8	1,3	22,9	4,4
5,60	30,00	49,0	30,8	1,0	30,8	3,2
5,80	36,00	51,0	36,8	1,2	30,7	3,3
6,00	31,00	49,0	31,8	1,5	21,2	4,7
6,20	33,00	55,0	34,0	0,7	48,6	2,1
6,40	31,00	41,0	32,0	0,8	40,0	2,5
6,60	37,00	49,0	38,0	0,9	42,2	2,4

6,80	36,00	50,0	37,0	1,1	33,6	3,0
7,00	34,00	50,0	35,0	0,9	38,9	2,6
7,20	41,00	54,0	42,1	1,6	26,3	3,8
7,40	44,00	68,0	45,1	1,3	34,7	2,9
7,60	53,00	73,0	54,1	1,9	28,5	3,5
7,80	38,00	66,0	39,1	2,1	18,6	5,4
8,00	41,00	72,0	42,1	1,8	23,4	4,3
8,20	39,00	66,0	40,2	1,2	33,5	3,0
8,40	112,00	130,0	113,2	0,8	141,5	0,7
8,60	130,00	142,0	131,2	2,9	45,2	2,2
8,80	49,00	93,0	50,2	1,5	33,5	3,0
9,00	49,00	71,0	50,2	1,7	29,5	3,4
9,20	49,00	74,0	50,4	1,8	28,0	3,6
9,40	54,00	81,0	55,4	2,9	19,1	5,2
9,60	51,00	94,0	52,4	3,8	13,8	7,3
9,80	56,00	113,0	57,4	1,5	38,3	2,6
10,00	51,00	74,0	52,4	1,6	32,8	3,1
10,20	43,00	67,0	44,5	2,3	19,3	5,2
10,40	41,00	75,0	42,5	3,2	13,3	7,5
10,60	41,00	89,0	42,5	3,1	13,7	7,3
10,80	43,00	90,0	44,5	1,6	27,8	3,6
11,00	40,00	64,0	41,5	3,6	11,5	8,7
11,20	50,00	104,0	51,7	3,3	15,7	6,4
11,40	44,00	93,0	45,7	3,5	13,1	7,7
11,60	43,00	95,0	44,7	1,8	24,8	4,0
11,80	23,00	50,0	24,7	1,7	14,5	6,9
12,00	28,00	54,0	29,7	1,5	19,8	5,1
12,20	36,00	59,0	37,8	1,4	27,0	3,7
12,40	40,00	61,0	41,8	1,6	26,1	3,8
12,60	44,00	68,0	45,8	1,8	25,4	3,9
12,80	51,00	78,0	52,8	3,0	17,6	5,7
13,00	53,00	98,0	54,8	2,7	20,3	4,9
13,20	51,00	92,0	52,9	1,9	27,8	3,6
13,40	40,00	69,0	41,9	2,3	18,2	5,5
13,60	42,00	76,0	43,9	1,1	39,9	2,5
13,80	42,00	58,0	43,9	1,1	39,9	2,5
14,00	46,00	62,0	47,9	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	Qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	17,0	1,4	1,7	Coesivo	Argille sensitive
3,60	68,6	2,5	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa e fine
8,20	35,7	1,3	2,1	Coesivo	Terreni coesivi ed incoerenti a grana fine
8,80	98,2	1,7	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
14,00	45,9	2,1	2,1	Coesivo	Terreni coesivi ed incoerenti a grana fine

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Begemann	1,2
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Begemann	2,5
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Begemann	3,1

##### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Metodo generale del modulo Edometrico	47,2
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Metodo generale del modulo Edometrico	71,4
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Metodo	91,8

						generale del modulo Edometrico	
--	--	--	--	--	--	--------------------------------------	--

**Modulo di deformazione non drenato Eu**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Cancelli 1980	633,0
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Cancelli 1980	1293,6
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Cancelli 1980	1632,5

**Modulo di deformazione a taglio**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazio ne a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Imai & Tomauchi	158,1
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Imai & Tomauchi	248,8
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Imai & Tomauchi	290,1

**Grado di sovraconsolidazione**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini Righi 1978	7,56
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini Righi 1978	6,05

**Peso unità di volume**



	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Meyerhof	1,9
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Meyerhof	2,1
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Meyerhof	2,1

**Peso unità di volume saturo**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Meyerhof	2,0
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Meyerhof	2,1
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Meyerhof	2,2

**TERRENI INCOERENT I**

**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Harman	76,7
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Harman	57,9

**Angolo di resistenza al taglio**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Schmertmann	38,7
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Schmertmann	35,7

**Modulo di Young**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Schmertmann	171,5
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Schmertmann	245,5

**Modulo Edometrico**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Buisman - Sanglerat	102,9
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Buisman - Sanglerat	147,3

**Modulo di deformazione a taglio**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Imai & Tomauchi	370,8
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Imai & Tomauchi	461,7

**Grado di sovraconsolidazione**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Larsson 1991 S.G.I.	1,0
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Larsson 1991 S.G.I.	2,2

**Modulo di reazione Ko**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Kulhawy & Mayne (1990)	0,76
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Kulhawy & Mayne (1990)	0,42

**Fattori di compressibilità C Crm**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	0,09908	0,01288
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	0,09462	0,0123

**Peso unità di volume**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Meyerhof	1,8
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Meyerhof	1,8

**Peso unità di volume saturo**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Meyerhof	2,1
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Meyerhof	2,1

**Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,05**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Robertson & Wride 1997	109,192
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Robertson & Wride 1997	54,54

**Permeabilità**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Piacentini- Righi 1988	9,39E-08
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini- Righi 1988	2,92E-07
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Piacentini- Righi 1988	1,09E-03
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini- Righi 1988	8,84E-10

**Coefficiente di consolidazione**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	5,1E-07
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Piacentini- Righi 1988	1,932774E-02

Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini-Righi 1988	3,126548E-02
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini-Righi 1988	1,217704E-04

## 8. Considerazioni sismiche

### 8.1 – Azione sismica – Categorie di suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie. Mediante l'utilizzo della Tab. 3.2 II e 3.2 III del D.M. 14/01/2008, è stata individuata una categoria di sottosuolo: sabbie limose con intercalate livelli di ghiaie argillose a discreto stato di addensamento. In generale l'attribuzione di un terreno ad una categoria di sottosuolo è fatta in base ai valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  30 ottenute mediante indagini sismiche.

Visto l'assetto geologico-geomorfologico sito-specifico ed i valori della velocità media delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) nei primi 30 metri di profondità, così come determinati a seguito del rilievo superficiale, abbiamo: (secondo la formula riportata dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ 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).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Il valore del parametro **Vs30**, calcolato indirettamente è compreso tra **180 m/s e 360 m/s**. In ragione di ciò, la categoria di suolo sottostante l'area in esame (sabbie limose con intercalate livelli di ghiaie argillose a discreto stato di addensamento) corrispondente al nostro sito è la **C**.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

## 8.2 Condizioni topografiche

Per condizione morfologiche collinari e/o montuose di tipo complesso, è necessario predisporre un'analisi di risposta sismica locale. Per situazioni geomorfologiche meno complesse, come nel nostro caso, si può semplificare adottando una categoria riportata nella seguente tabella:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Vista la litologia affiorante, la posizione geomorfologia e soprattutto l'inclinazione media del versante ( $<15^\circ$ ), si può affermare che la categoria topografica associabile all'area in esame è la T1.

## 8.3 Parametri Sismici

Visti i dati ricavati con l'indagine sismica, la posizione geografica del sito investigato (coordinate geografiche in ED50) e le caratteristiche del progetto in esame (classe d'uso I), è stato possibile determinare i parametri sismici ed i coefficienti sismici.

*Latitudine:* 42,587428[°]

*Longitudine:* 11,196392 [°]

*Classe d'uso:* II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

*Vita nominale:* 50 [anni]

Sito di riferimento.

	ID	LATITUDINE(°)	LONGITUDINE(°)	DISTANZA(m)
<b>Sito 1</b>	<b>25163</b>	<b>42,611690</b>	<b>11,179930</b>	<b>3015,6</b>
<b>Sito 2</b>	<b>25164</b>	<b>42,613030</b>	<b>11,247870</b>	<b>5085,0</b>

<b>Sito 3</b>	<b>25386</b>	<b>42,563060</b>	<b>11,249620</b>	<b>5132,1</b>
<b>Sito 4</b>	<b>25385</b>	<b>42,561710</b>	<b>11,181760</b>	<b>3100,6</b>

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: C                      Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50 anni              Coefficiente cu: 1

	<b>Prob. Superamento (%)</b>	<b>Tr (anni)</b>	<b>Ag (g)</b>	<b>Fo (-)</b>	<b>Tc (s)</b>
<b>Operatività(SLO)</b>	<b>81</b>	<b>30</b>	<b>0,026</b>	<b>2,612</b>	<b>0,189</b>
<b>Danno(SLD)</b>	<b>63</b>	<b>50</b>	<b>0,028</b>	<b>2,688</b>	<b>0,200</b>
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	<b>10</b>	<b>475</b>	<b>0,051</b>	<b>2,789</b>	<b>0,291</b>
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	<b>5</b>	<b>975</b>	<b>0,059</b>	<b>2,860</b>	<b>0,309</b>

Coefficienti sismici:

	<b>Ss (-)</b>	<b>Cc (-)</b>	<b>St (-)</b>	<b>Kh (-)</b>	<b>Kv (-)</b>	<b>Amax (m/s2)</b>	<b>Beta (-)</b>
<b>SLO</b>	<b>1,200</b>	<b>1,540</b>	<b>1,000</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,003</b>	<b>0,277</b>	<b>0,180</b>
<b>SLD</b>	<b>1,200</b>	<b>1,520</b>	<b>1,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>	<b>0,332</b>	<b>0,180</b>
<b>SLV</b>	<b>1,200</b>	<b>1,410</b>	<b>1,000</b>	<b>0,011</b>	<b>0,006</b>	<b>0,600</b>	<b>0,180</b>
<b>SLC</b>	<b>1,200</b>	<b>1,390</b>	<b>1,000</b>	<b>0,013</b>	<b>0,006</b>	<b>0,699</b>	<b>0,180</b>

## 9. Considerazioni Conclusive

Sulla base delle indagini, rilievi e prove effettuate nei terreni in cui è ubicata la proprietà del Sig. Orlandi Antonio, al cui interno è presente un fabbricato ed opere oggetto di cambio di destinazione d'uso e viste le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche riscontrate e cartografate nei luoghi in oggetto e limitrofi ed in base a quanto stabilito dal D.P.G.R. 36/R/2009 "Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. 1/2005 dal P.T.C., dal Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico di Orbetello ma anche in relazione al rischio geomorfologico ed alla vulnerabilità delle falde, per ciascun tipo di componente morfologico-geologica sono state definite le seguenti classi di rischio:

## IRRILEVANTE – BASSO – MEDIO – ELEVATO

Una volta determinate le classi di rischio succitate e rilevata la classe di destinazione d'uso corrispondente all'intervento in progetto, sarà definita la classe di fattibilità corrispondente a ciascun rischio, da assegnare all'intervento medesimo.

### RISCHIO GEOLOGICO/SISMICO/GEOMORFOLOGICO

Secondo la Carta di Nuova Perimetrazione della Pericolosità Geomorfologica e Problematiche di Dinamica Costiera, accettata con parere favorevole dalla Regione Toscana attraverso uno studio geologico e geomorfologico di dettaglio secondo le procedure previste nelle Norme Tecniche del PAI, l'impianto ricade in pericolosità geomorfologica media

Questa situazione geologico-geomorfologica determina una classe 2 di pericolosità geologico-sismica e da qui una **fattibilità 2 dell'intervento , in quanto non avendo rilevato la presenza di elementi indice di processi erosivi e/o di subsidenza e/o fenomeni di instabilità all'interno dell'area in esame, si può concludere che l'intervento è fattibile.**

### RISCHIO IDRAULICO

In base agli strumenti urbanistici del Comune di Orbetello l'area rientra in *Pericolosità bassa* (Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale).

La zona in esame risulta al di fuori degli ambiti di applicazione delle prescrizioni, vincoli e direttive. La situazione determina una classe 2 di pericolosità idraulica: pericolosità irrilevante a cui può essere associata una fattibilità 2.

### VULNERABILITÀ DELLA FALDA

In base agli strumenti urbanistici del Comune di Orbetello l'area rientra in *Pericolosità media* (Regolamento Urbanistico e Piano Strutturale).

La falda acquifera profonda è ubicata, presumibilmente, ad una profondità di oltre – 25 m dal p.c. ed è impostata sui livelli ghiaiosi dei depositi alluvionali, La circolazione idrica presente nei primi 3 metri è alimentata dalle sole precipitazioni atmosferiche ed ha un carattere stagionale, per cui l'area rientra in classe di pericolosità 2 (pericolosità bassa).



Definizione della FATTIBILITÀ			
Erosione del suolo in atto	2	Fattibilità	2
pericolosità geologica	2	Fattibilità	2
Vulnerabilità della falda	2	Fattibilità	2
pericolosità idraulica	1	Fattibilità	1
<b><u>Fattibilità dell'intervento 2: da precisare con normali vincoli a livello di progetto</u></b>			

In conclusione, si può asserire che l'area non è soggetta a movimenti gravitativi quali frane e/o soliflussi e/o soil creep e pertanto le opere potranno essere realizzate (fattibilità 2), sempre che in fase esecutiva siano adottate le prescrizioni di seguito elencate e dedotte dall'integrazione dei dati ottenuti dal presente studio con quanto dettato dalla normativa vigente in materia.

S'invita sin d'ora la *Committenza* e la *D.L.* a comunicare il termine delle operazioni di scavo, preliminari al getto delle fondazioni al fine di eseguire un sopralluogo di verifica e controllo in modo da adottare, eventualmente, ogni ulteriore accorgimento utile alla corretta esecuzione degli stessi.

***Il Geologo    Dott. Simona Petrucci***