



Comune di Pontassieve

Provincia di Firenze

Relazione geologica e sulle indagini relativa al
progetto di ampliamento di un capannone ad uso
industriale in località Molino del Piano, nel Comune
di Pontassieve (FI)

Proprietario: Sig. Gianni Dini

Borgo San Lorenzo, 19/07/16

Tecnico incaricato
Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2.1 | <i>Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento</i> | 2 |
| 2.2 | <i>Quadro normativo di riferimento</i> | 4 |
| 2.3 | <i>Analisi cartografia di pericolosità di Piano Strutturale</i> | 6 |
| 2.4 | <i>Analisi cartografia Piano di Bacino</i> | 8 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO | 10 |
| 4 | PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE | 13 |
| 4.1 | <i>Prove penetrometriche</i> | 14 |
| 4.2 | <i>Indagine sismica MASW</i> | 14 |
| 5 | MODELLAZIONE GEOLOGICA | 17 |
| 5.1 | <i>Risultati delle indagini eseguite</i> | 17 |
| 5.2 | <i>Calcolo dei parametri caratteristici</i> | 19 |
| 6 | MODELLAZIONE SISMICA | 20 |
| 6.1 | <i>Descrizione dell'intervento da eseguire</i> | 20 |
| 6.2 | <i>Caratterizzazione sismica del sito</i> | 20 |
| 6.3 | <i>Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche</i> | 21 |
| 6.4 | <i>Calcolo parametri e coefficienti sismici sito-specifici</i> | 22 |
| 7 | VINCOLO IDROGEOLOGICO | 25 |
| 8 | CONCLUSIONI | 26 |
| | ALLEGATO 1 | 27 |
| | ALLEGATO 2 | 36 |



1 PREMESSA

Su incarico ricevuto dalla committenza, il sottoscritto Dott. Geol. Guglielmo Braccesi è stato incaricato di eseguire uno studio geologico sui terreni interessati da un progetto di ampliamento di un capannone ad uso industriale situato in via di Serravalle, località Molino del Piano, nel Comune di Pontassieve (FI).

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle indagini geologiche, geognostiche e geofisiche effettuate in accordo con le disposizioni di legge vigenti, in merito al progetto in esame.

I dati relativi all'inquadramento generale dell'area sono stati ottenuti mediante un sopralluogo eseguito sul luogo di previsto intervento e dalla conoscenza del sito ricavata in occasione di precedenti lavori in aree limitrofe, oltre alla consultazione di materiale bibliografico. È stata inoltre svolta un'apposita campagna geognostica di indagini in sito, allo scopo di caratterizzare l'area in esame dal punto sia dal punto di vista geotecnico che geofisico.

2 VINCOLISTICA

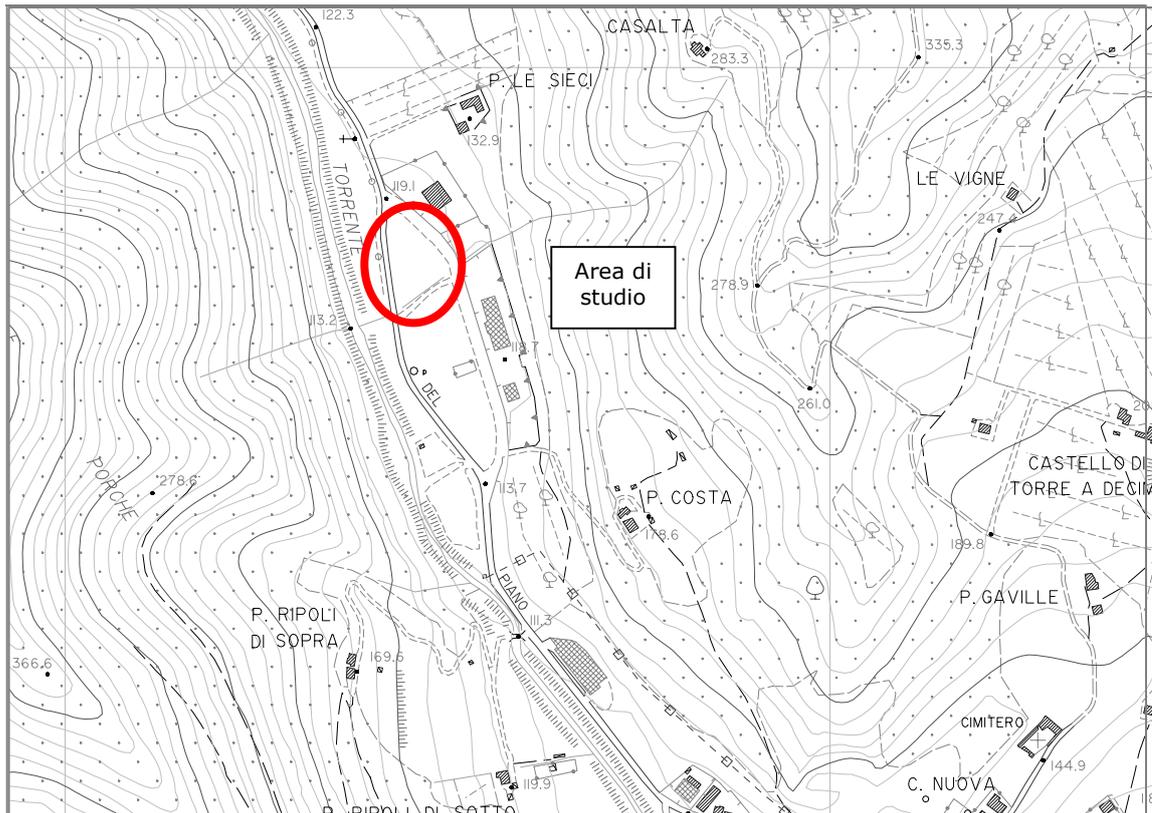
2.1 Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un ampliamento al capannone esistente tramite una struttura prefabbricata in acciaio con coperture e pareti fatte in pannelli tipo sandwich.

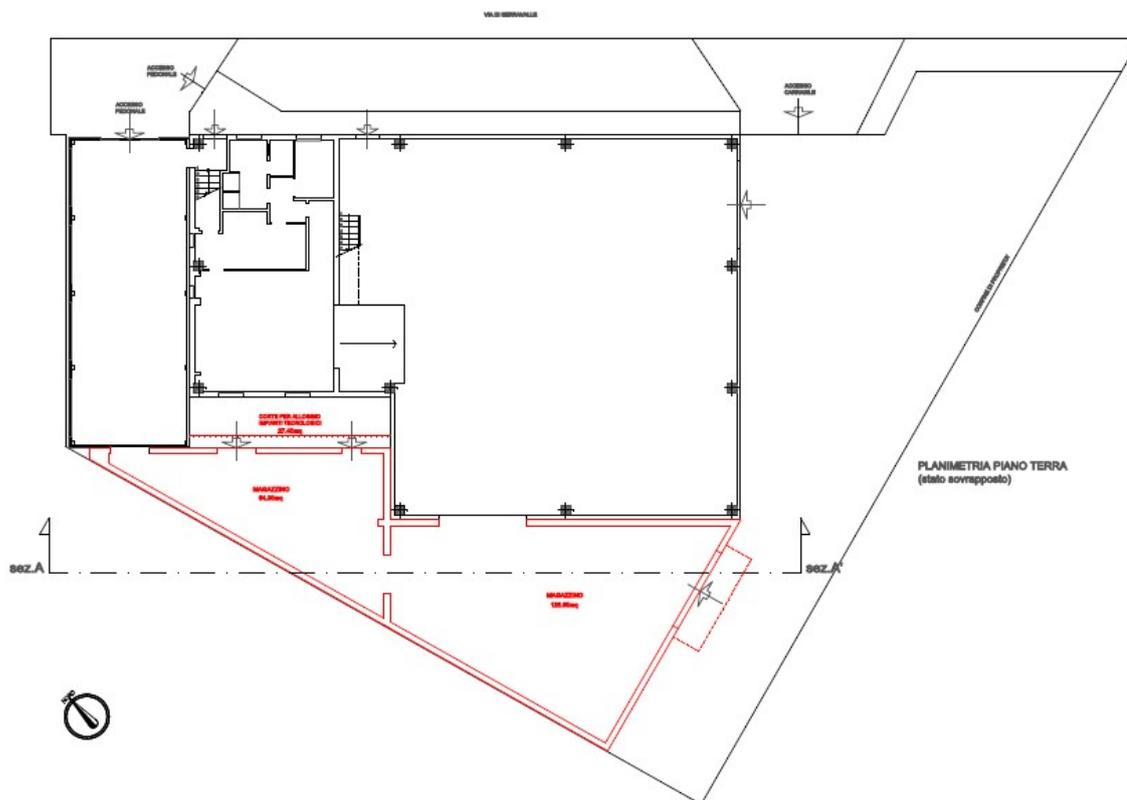
L'attuale edificio, che sorge all'interno di un lotto di forma triangolare, è attualmente composto da due corpi di fabbrica comunicanti: il primo, edificato nel 2005, di Superficie Coperta pari a 500mq circa e di altezza fuori terra pari a 6,00m, è organizzato in parte su due livelli (magazzino, spogliatoi e servizi/wc al piano seminterrato; uffici, servizi e sala mensa al piano primo) ed in parte su un unico volume di altezza netta pari a 5,00m dove si colloca il vero e proprio centro produttivo dell'Officina Meccanica. Il secondo corpo di fabbrica, edificato nel 2011 in adiacenza dell'edificio originario ed organizzato su due livelli per un'altezza fuori terra di 6,35m, ha permesso di reperire nuovi ed indispensabili spazi di stoccaggio e magazzino per l'attività produttiva in forte crescita. Il nuovo corpo di fabbrica, che si raccorderà ai due esistenti, sarà di forma irregolare per seguire le linee dei confini di proprietà e coprirà una superficie di circa 217mq. Una parte (circa 140mq) con altezza netta pari a 5,00m e direttamente collegato con l'Officina Meccanica, sarà destinata a magazzino e carico/scarico merci con affaccio sul resede privato pavimentato. La porzione restante, destinata a stoccaggio materiali, avrà altezza



netta pari a 2,70m per non impedire l'affaccio e il ricambio di aria alle finestre degli ambienti principali dell'edificio esistente. Il nuovo corpo di fabbrica sarà posizionato come da progetto al fine di creare una piccola corte interna che accoglierà tutto il sistema dei compressori, in modo da circoscrivere l'area che diverrà quindi di solo uso tecnico e, nel contempo, canalizzare verso l'alto le emissioni sonore dei macchinari diminuendo sensibilmente l'impatto acustico attuale.



Estratto da carta tecnica regionale - scala 1:10000



Elaborato di progetto

2.2 Quadro normativo di riferimento

La presente relazione costituisce l'adempimento finale dell'incarico, allo scopo di consentire una valutazione della fattibilità geologica del progetto in esame oltre a fornire indicazioni per la scelta delle soluzioni progettuali, ed è redatta in ottemperanza alle seguenti norme:

Quadro normativo nazionale

- **R.D.L. 30 Dicembre 1923 n. 3267** "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 20.3.2003 n. 3274** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- **D.P.C.M. 06.05.2005** Piano di Bacino del Fiume Arno (P.A.I.), Stralcio Assetto Idrogeologico.
- **D.P.G.R. 26r/2007** "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".
- **Decreto Ministeriale 14.01.2008** "Norme Tecniche per le costruzioni".



Quadro normativo regionale

- **L.R. n. 39 del 21.03.2000** "Legge Forestale della Toscana".
- **D.P.G.R. n. 48/R del 08.08.2003** "Regolamento Forestale".
- **D.G.R. n. 431 del 19 giugno 2006** "Riclassificazione sismica del territorio regionale".
- **D.P.G.R. 36r/2009** "Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico".

Quadro normativo comunale

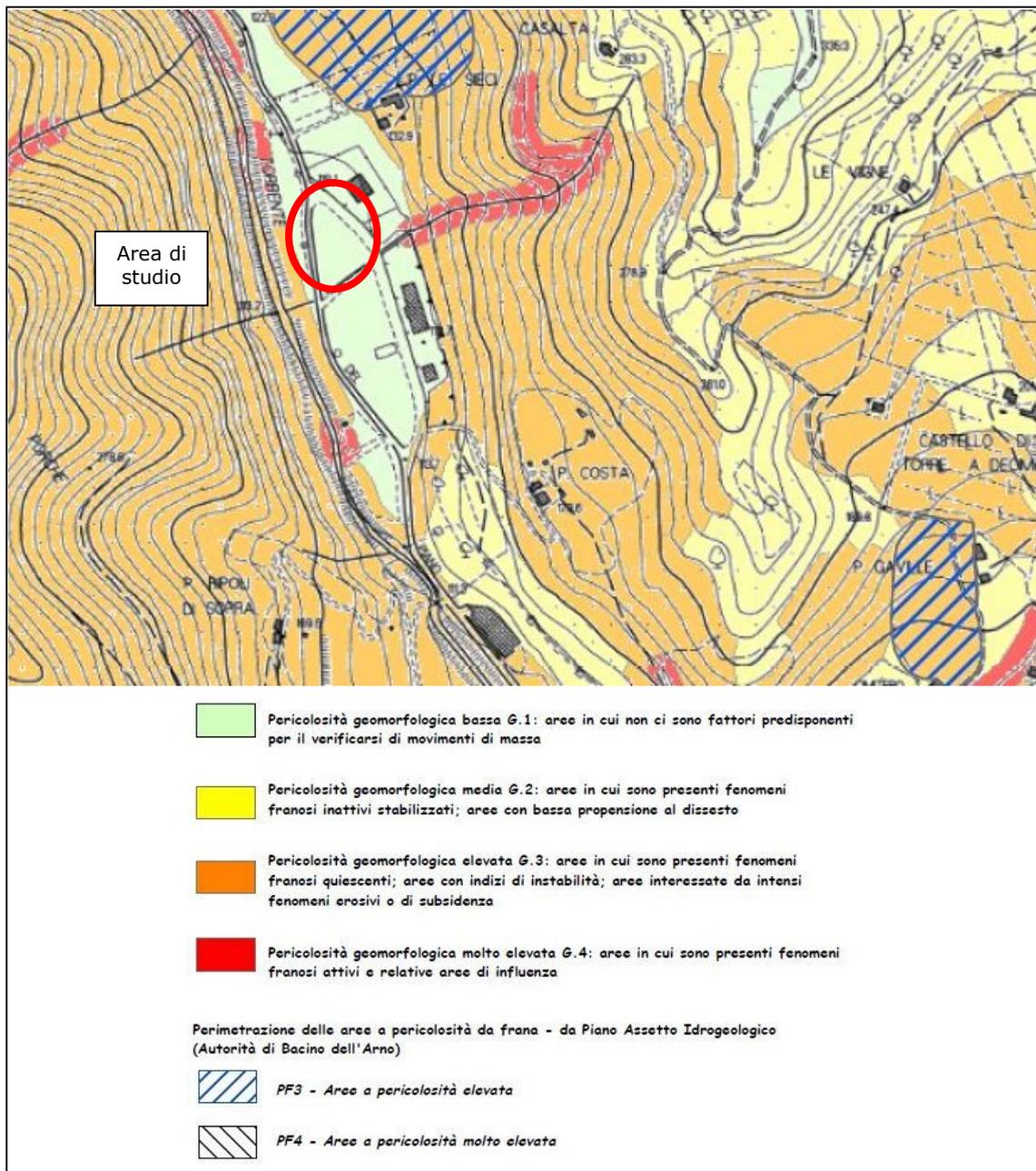
- **Piano strutturale** e relative Norme Tecniche di Attuazione.
- **Regolamento edilizio ed urbanistico.**

L'area oggetto di intervento ricade fra quelle perimetrare ai sensi del vincolo idrogeologico (secondo **R.D. 30 Dicembre 1923 n. 3267, L.R. 39/2000** e **D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003**) e l'intervento in esame ricade fra quelli soggetti ad autorizzazione.



2.3 Analisi cartografia di pericolosità di Piano Strutturale

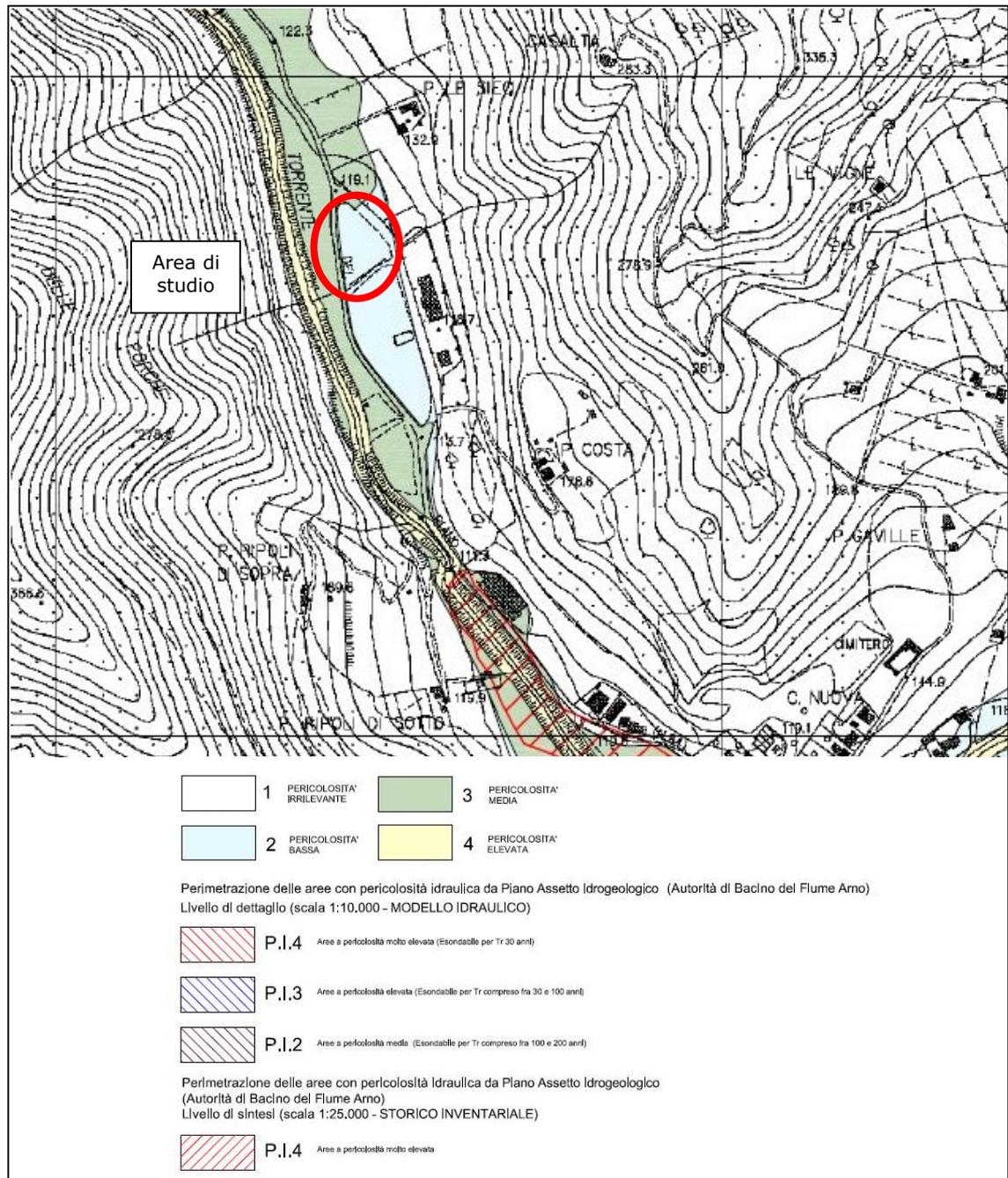
Nell'area oggetto dello studio, la cartografia allegata al Piano Strutturale individua la Classe G1 di pericolosità geomorfologica (pericolosità bassa). Tale classe corrisponde ad "aree in cui non ci sono fattori predisponenti per il verificarsi di movimenti di massa".



Estratto da carta di pericolosità geomorfologica di Piano Strutturale – scala 1:10000



Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, l'area ricade invece nella classe 2 (pericolosità bassa) definita per aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni; non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno; sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, ossia posta a quote superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda.



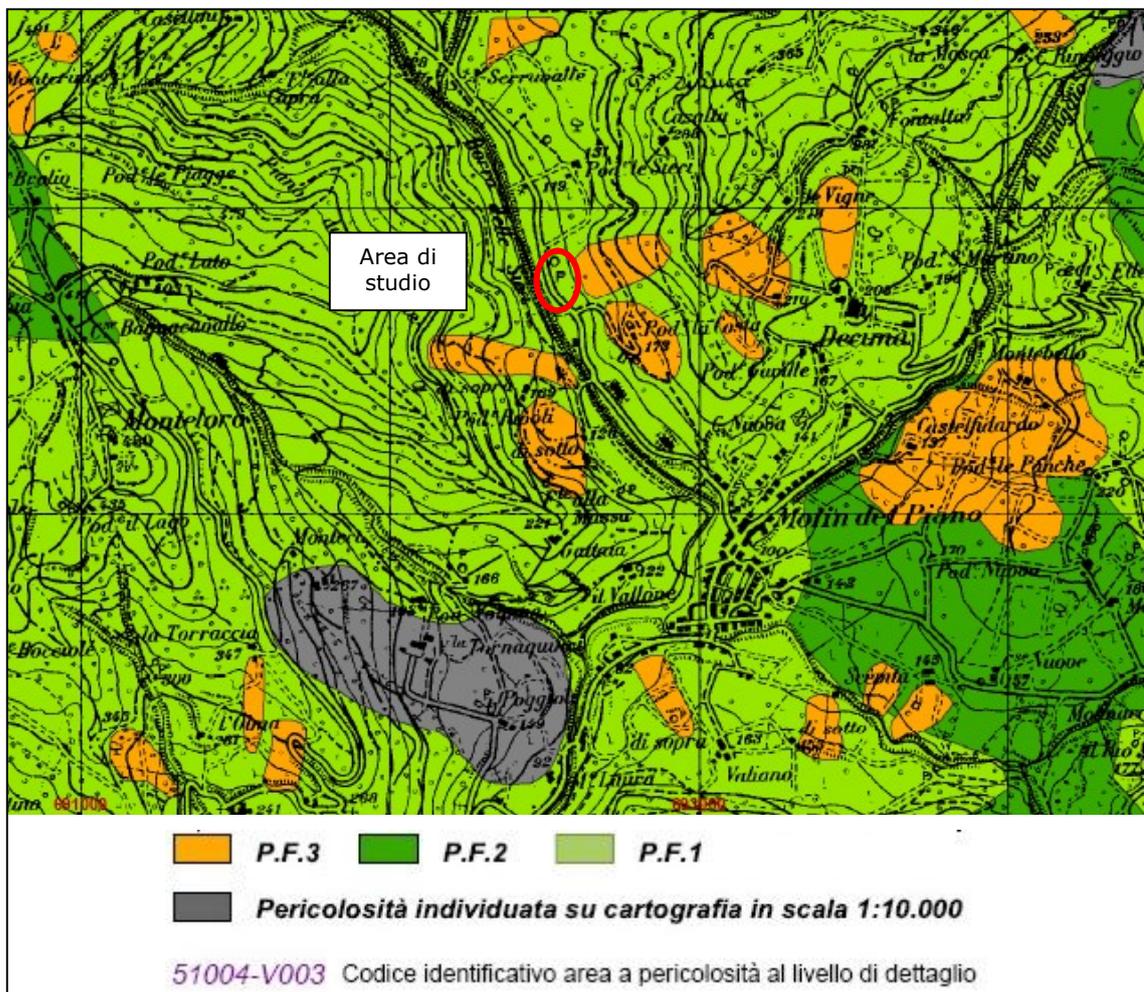
Estratto da carta di pericolosità idraulica di Piano Strutturale – scala 1:10000



2.4 Analisi cartografia Piano di Bacino

Per la definizione del rischio idrogeologico, è stato fatto riferimento al **PAI**, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (approvato con **D.P.C.M. 6 maggio 2005**).

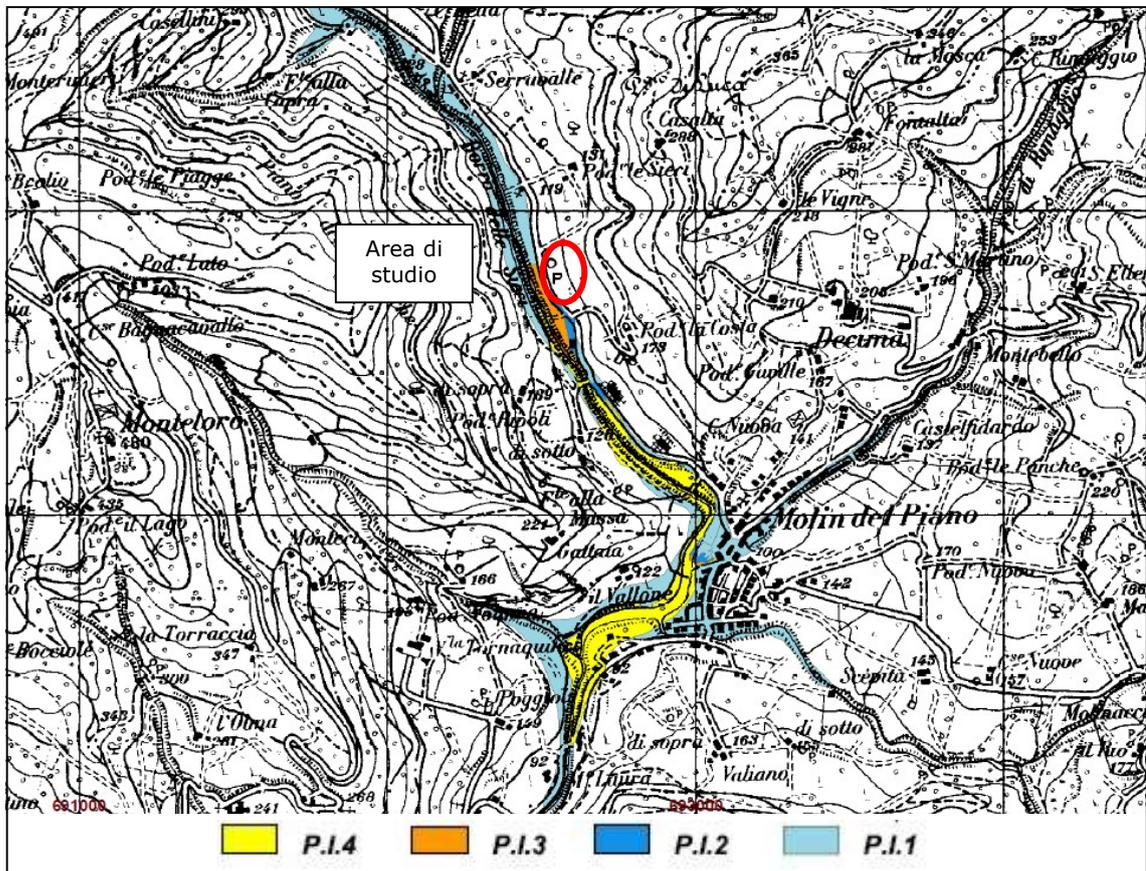
In tale classificazione, l'area ricade in classe P.F.1 (pericolosità moderata) nella "Carta di perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici" (Stralcio 41, scala 1:25000), definita per "aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato". In tali aree sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.



Estratto da Carta aree con pericolosità geomorfologica, Stralcio 41 – scala 1:25000



Per quanto riguarda invece la classificazione di pericolosità idraulica, l'area in esame ricade al di fuori delle aree perimetrare in tal senso.



Estratto da Carta aree con pericolosità idraulica, Stralcio 41 - scala 1:25000



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

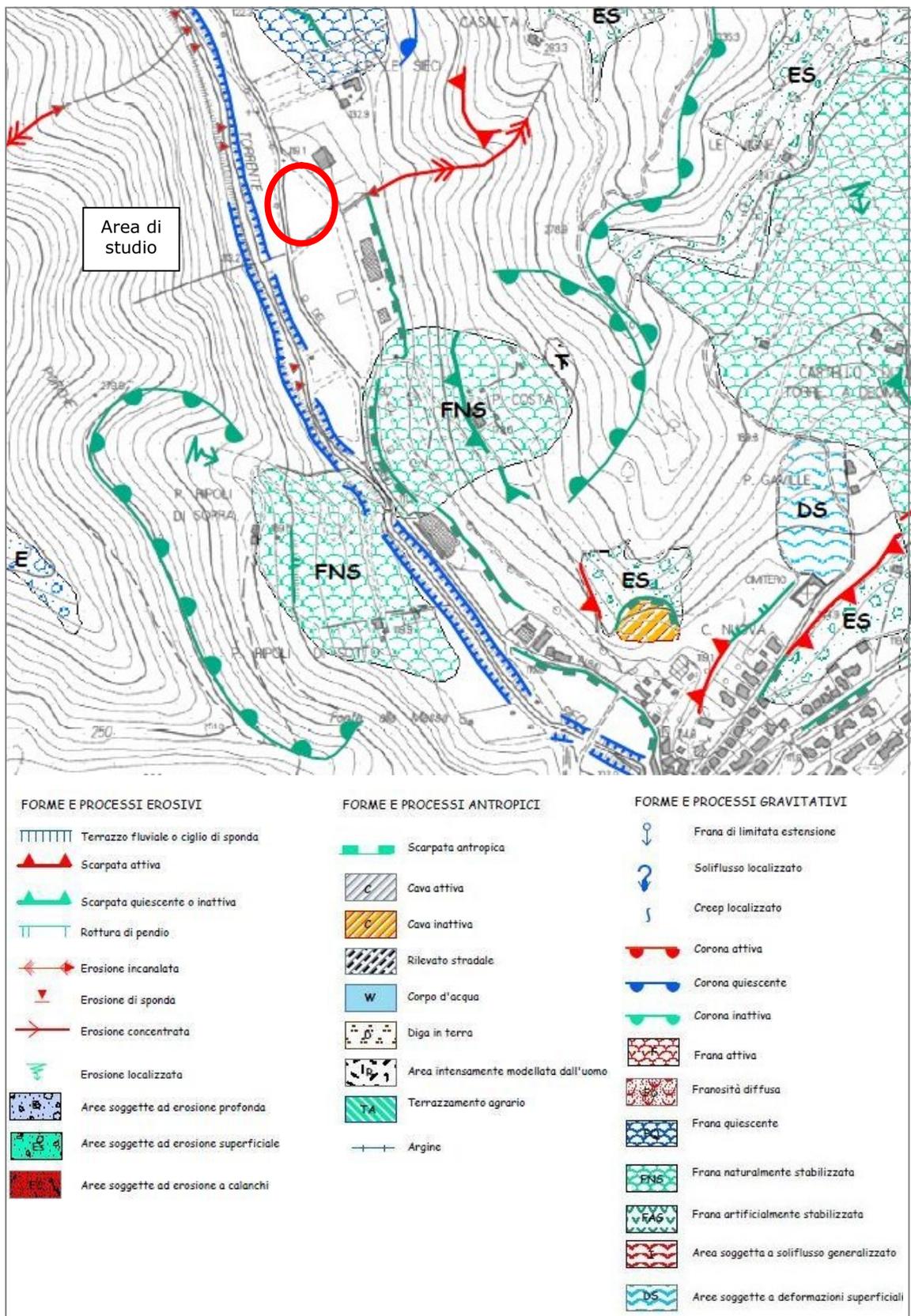
L'area interessata è situata nell'area industriale di via di Serravalle, in località Molino del piano, in corrispondenza della pianura alluvionale del Torrente Sieci e si colloca ad una quota di circa 115 m s.l.m.

Dal punto di vista geomorfologico, come supportato dall'analisi della relativa cartografia di Piano Strutturale, nell'area non si rileva la presenza di fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

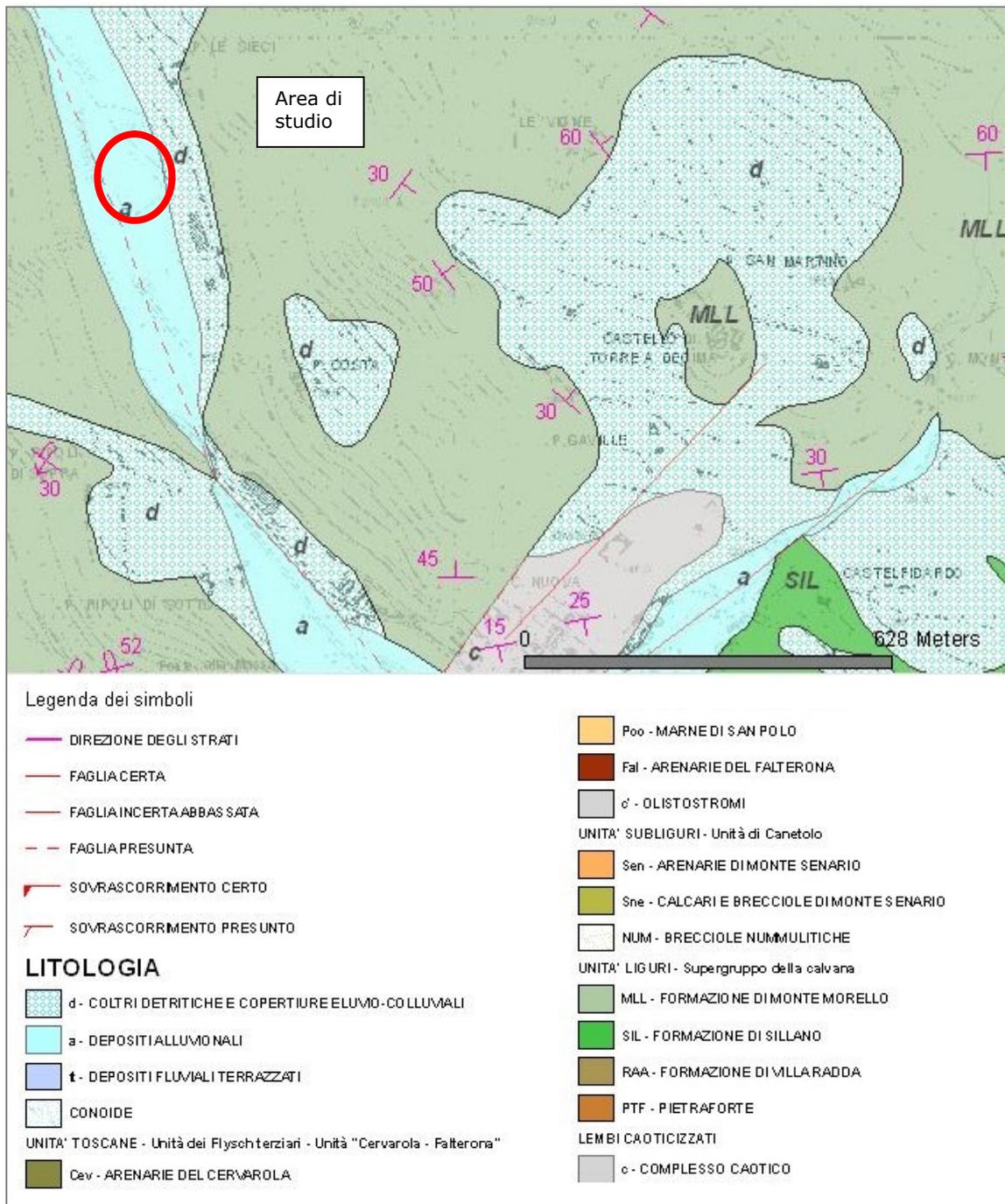
Dal punto di vista geologico, l'area fa parte dell'Appennino Settentrionale, una catena montuosa formatasi a partire dal Cretaceo Superiore in seguito all'instaurarsi di un regime tettonico compressivo che porta varie Unità tettoniche ad impilarsi le une sulle altre. Partendo dalle zone più occidentali, si possono distinguere due gruppi di domini: uno caratterizzato da un substrato costituito da crosta oceanica (Dominio Ligure) e l'altro da crosta continentale (Dominio Toscano, Umbro-Romagnolo e Marchigiano-Adriatico).

La cartografia geologica mette in risalto la presenza, nell'area di studio, di depositi alluvionali olocenici a tessitura variabile (si riconoscono limi argillosi e/o sabbie limose a componente sabbiosa grossolana e ghiaiosa variabile) e coperture detritiche ed eluvio-colluviali. Il substrato è rappresentato dalla Formazione di Monte Morello (Dominio Ligure), di origine torbiditica, che vede l'alternarsi di calcari marnosi compatti, marne calcaree e marne granulari, calcareniti fini, arenarie ed argilliti. In generale i calcari marnosi e le marne calcaree costituiscono circa l'80% dell'intera formazione.

Indagini pregresse eseguite dal Dott. Geol. Francesco Macrì in relazione alla progettazione di uno dei capannoni nell'area indicavano come profondità della falda 3.2 m dal p.c. ed una stretta relazione con il corso d'acqua che svolge un'azione di drenaggio nei suoi confronti.



Estratto da carta geomorfologica di Piano Strutturale – scala 1:10000



Estratto da carta geologica di Piano Strutturale



4 PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di definire le caratteristiche geotecniche del terreno interessato da tale intervento (per i calcoli di capacità portante) e la classificazione del sito in funzione delle Vs30 (ai sensi del **D.M. 14.01.2008**), è stata realizzata un'apposita campagna di indagini geognostiche. Nello specifico, dato che i volumi coinvolti sono inferiori a 1500 m³, in base al **D.P.G.R. 36r/2009** l'intervento ricade in classe d'indagine 2.

Per la predisposizione di questo studio è stato fatto riferimento, pertanto, oltre ai dati desunti dalla bibliografia, ai risultati di una campagna geognostica appositamente svolta, che ha previsto l'esecuzione seguenti indagini in sito:

- per la caratterizzazione geotecnica dei terreni – due prove penetrometriche eseguite in modalità dinamica.
- per la caratterizzazione geofisica dei terreni – indagine sismica con metodologia MASW per la valutazione del profilo delle Vs30.



Ubicazione delle indagini eseguite



4.1 Prove penetrometriche

La scelta della modalità dinamica è stata motivata dall'impossibilità di ancorare uno strumento statico nell'area di indagine.

La prova dinamica continua consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica di dimensioni standard, collegata ad un'asta di acciaio prolungabile con l'aggiunta di successive aste, infissa verticalmente nel terreno per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Le informazioni fornite dalla prova sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione. Si conta il numero di colpi N necessari alla penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita δ .

I risultati della prova dinamica continua consentono di elaborare grafici del numero di colpi N registrati durante l'infissione della punta e di ricavare da essi il corrispondente valore di N_{SPT} (da utilizzare poi nella caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo secondo abachi e formule esistenti in letteratura).

I certificati sono riportati per esteso in **Allegato 1**.

4.2 Indagine sismica MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è classificabile come tecnica di indagine sismica simile alla sismica a rifrazione ed alla sismica a riflessione, poiché il principio alla base della prova sperimentale in sito è analogo e consiste nel misurare le onde superficiali sul suolo.

Rispetto alla sismica a rifrazione, il metodo MASW presenta i vantaggi di superare i problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi o di strati più rigidi compresi tra strati più soffici; oppure, nel caso di sismica a rifrazione con onde P , consente di superare i problemi dovuti alla presenza della falda superficiale, che nasconde gli strati di terreno con velocità delle onde P inferiore alla velocità di propagazione delle onde nell'acqua.

Il metodo MASW consente di individuare il profilo di velocità V_s anche in presenza di contrasti di rigidità tra gli strati del suolo. La presenza della falda è modellata assegnando un valore del coefficiente di Poisson (tra 0.4 e 0.5) in funzione del grado di saturazione. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20° .



Nella pratica è stato osservato che, se si esegue la prova con lo stendimento dei sensori lungo la direzione di massima pendenza, la presenza di forti acclività comporta una traslazione della curva di dispersione sperimentale. Il problema è mitigato disponendo lo stendimento dei sensori lungo una curva di livello in direzione perpendicolare alla direzione di massima pendenza.

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè la velocità di fase (o di gruppo) apparente dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo, o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30-50 m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10 Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 m, in funzione della rigidità del suolo.

Nel caso specifico si è fatto riferimento al metodo MASW attivo, che consente la classificazione sismica dei suoli in quanto fornisce il profilo di velocità entro i primi 30 m di profondità.



Il metodo consiste in tre fasi:

1. calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica;
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson ν , la densità di massa ρ e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati. Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5 ed il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità V_{s30} e quindi individuare la categoria sismica del suolo.

La linea sismica, di lunghezza pari a 48 metri, è stata registrata con 1 energizzazione (ubicata a 10 metri di distanza dal geofono 1) e la sorgente è rappresentata da una mazza dal peso di 10 kg; il sistema di ricezione è costituito da 24 geofoni posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2 metri.

In **Allegato 2** si riportano alcuni stralci dell'elaborazione.



5 MODELLAZIONE GEOLOGICA

5.1 Risultati delle indagini eseguite

Le prove (vedere **Allegato 1**) sono state eseguite nel campo ubicato dall'altro lato della strada rispetto al capannone in esame, in quanto l'area strettamente di intervento risultata completamente pavimentata e cementata e non consentiva la realizzazione delle prove.

Da un rilievo eseguito nella zona, si riscontra la presenza di affioramenti rocciosi lungo il Torrente Sieci, che corre parallelamente alla strada. L'alveo si trova ad una quota di circa 1 m più bassa rispetto al campo dove sono state effettuate le indagini.



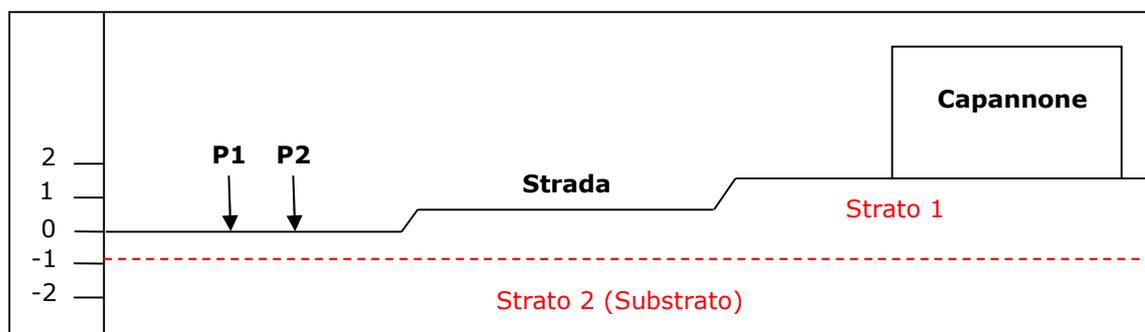
Affioramenti lungo il Torrente Sieci



Le prove hanno consentito di caratterizzare solo lo spessore più superficiale del terreno, in quanto si è ottenuto il rifiuto strumentale ad una profondità compresa tra 0.8 e 0.9 m dal p.c. Al di sopra è stato trovato del materiale a consistenza medio-bassa (Strato 1).

Data la presenza degli affioramenti rocciosi citati precedentemente, si può imputare tale rifiuto al raggiungimento del substrato alterato (Strato 2).

Il capannone da ampliare è situato ad una quota di circa 1.5 m superiore a quella di partenza della prova, pertanto, nella definizione dei parametri geotecnici e nel calcolo della capacità portante, è stato considerato un maggiore spessore dello Strato 1 (0.7 m nella P1; 2.2 m in corrispondenza del capannone).



Sezione schematica (scala verticale in metri; scala orizzontale puramente indicativa)



5.2 Calcolo dei parametri caratteristici

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**D.M. 14.01.2008**) prevedono l'utilizzo nei calcoli dei "valori caratteristici" dei parametri geotecnici che possono essere approssimati ai valori medi ricavati dalle prove svolte quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (come è il caso delle fondazioni superficiali) che possa compensare le eterogeneità eventualmente presenti o quando la struttura a contatto col terreno presenta rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le indagini svolte hanno permesso di caratterizzare uno spessore di terreno sufficiente, ai fini dell'intervento in questione, per la definizione dei parametri geotecnici del terreno, che sono riportati nella tabella seguente.

| <i>Strato</i> | <i>Profondità dal p.c. (m)</i> | <i>Parametri caratteristici</i> |
|--|--------------------------------|---|
| Strato 1 | 0.00-2.20 | $\gamma_{nat} = 1.95 \text{ kg/m}^3$ Angolo $\varphi = 23.5^\circ$ Densità relativa = 57 % Modulo di Young $E = 100 \text{ kg/cm}^2$ |
| Strato 2 (substrato alterato: parametri da bibliografia) | >0.80 | $\gamma_{nat} = 2.40 \text{ kg/m}^3$ Angolo $\varphi = 45^\circ$ Densità relativa = 70 % Modulo di Young $E = 1000 \text{ kg/cm}^2$ |



6 MODELLAZIONE SISMICA

6.1 Descrizione dell'intervento da eseguire

| | |
|---------------------------------------|----|
| Tipo di costruzione (1, 2 o 3): | 1 |
| Vita nominale V_N (anni): | 50 |
| Classe d'uso C_U (I, II, III o IV): | II |
| Coefficiente d'uso C_u : | 1 |
| Periodo di riferimento V_R : | 50 |

6.2 Caratterizzazione sismica del sito

L'attuale normativa **D.M. 14.01.2008** "Norme tecniche per le costruzioni" riprende la classificazione del territorio nazionale contenuta nell'**O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003**.

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. 3274/2003 (e succ. modif.) sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione.

In base alla nuova normativa, tutto il territorio nazionale risulta classificato come sismico.

In particolare, l'intero territorio è stato suddiviso in quattro zone sismiche (Allegato A all'Ordinanza "Classificazione sismica dei comuni italiani") con grado di rischio decrescente dalla 1 (sismicità forte) alla 4 (sismicità molto bassa).

Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (i valori di a_g sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

| Zona | Valore di a_g |
|------|-----------------|
| 1 | 0.35 g |
| 2 | 0.25 g |
| 3 | 0.15 g |
| 4 | 0.05 g |



La nuova classificazione sismica del territorio nazionale, riportata nell'ordinanza sopra citata, risulta valida fino alle successive deliberazioni delle regioni.

Per quanto riguarda la Regione Toscana, tale deliberazione è rappresentata dalla **D.G.R. n. 431 del 19 giugno 2006**.

Il Comune di Pontassieve è stato classificato sismico con D.M. 19 marzo 1982 e, in base all'Ord. P.C.M. 3274/2003, era stato inserito in Zona 2 (alla quale viene attribuita una accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0.25g). La Regione Toscana, con **D.G.R. n. 431 del 19 giugno 2006**, ha successivamente provveduto alla riclassificazione regionale, inserendo il comune di Pontassieve in Zona 3S. In tale zona non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2.

6.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

In assenza di specifiche analisi che valutino gli effetti della risposta sismica locale, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'attribuzione del sito in esame ad una categoria di sottosuolo e ad una categoria topografica.

Per definire la *categoria di sottosuolo*, si utilizzano i valori di V_{s30} , intesa come media pesata delle velocità delle onde di taglio S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

In base ai risultati dell'indagine sismica a rifrazione eseguita (di cui sono riportati stralci in Allegato 2), considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, il valore delle V_{s30} ottenuto è pari a **782 m/sec** e pertanto il sito ricade nella **classe B**.



| CATEGORIA | DESCRIZIONE |
|------------------|---|
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i> |

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione fornita dal **D.M. 14.01.2008** e attribuire al sito una delle quattro *categorie topografiche*.

Nel caso in esame, essendo in presenza di terreni prevalentemente pianeggianti, la categoria risultante è la T1.

| CATEGORIA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA |
|------------------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$. |

6.4 Calcolo parametri e coefficienti sismici sito-specifici

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14.01.2008**, la stima della pericolosità sismica (intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido) viene definita mediante un approccio "sito dipendente".

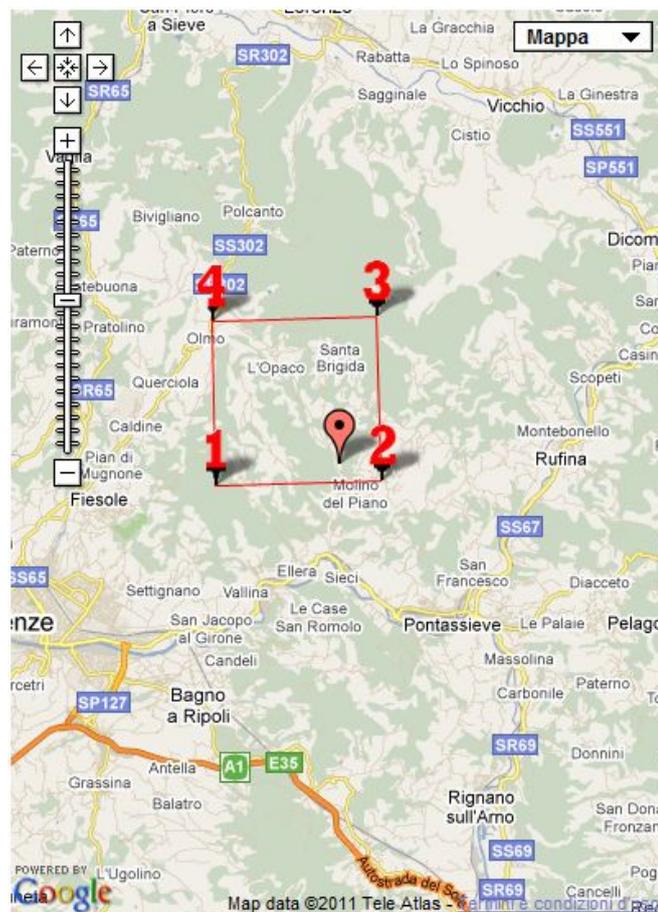
I caratteri del moto sismico (forme spettrali) su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti in funzione di tre parametri spettrali: a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).



Secondo quanto riportato nell'Allegato A del **D.M. 14.01.2008**, la stima di tali parametri, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame. Come riferimento si utilizzano le informazioni disponibili per il reticolo di riferimento (come riportato nell'All. B del Decreto).

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse (a_g , F_o , T_c^*) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Di seguito, si riportano i nodi del reticolo di riferimento più vicini alla zona in questione, utilizzati per il calcolo dei parametri sismici.





Sito in esame

Latitudine: 43,821472 [°]

Longitudine: 11,393631 [°]

Classe d'uso: II

Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento

| | ID | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Sito 1 | 19838 | 43,815220 | 11,342350 | 4172,7 |
| Sito 2 | 19839 | 43,816460 | 11,411620 | 1547,1 |
| Sito 3 | 19617 | 43,866450 | 11,409910 | 5168,9 |
| Sito 4 | 19616 | 43,865200 | 11,340600 | 6459,9 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1.0

| <i>Stato</i> | <i>Probabilità di superamento [%]</i> | <i>T_R [anni]</i> | <i>a_g [g]</i> | <i>F_o</i> | <i>T_c[*]</i> |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Operatività (SLO) | 81 | 30 | 0,054 | 2,516 | 0,255 |
| Danno (SLD) | 63 | 50 | 0,066 | 2,527 | 0,270 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 475 | 0,156 | 2,408 | 0,300 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 975 | 0,198 | 2,401 | 0,311 |



Coefficienti sismici

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s ²] | Beta [-] |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-------------|
| SLO | 1,200 | 1,450 | 1,000 | 0,013 | 0,006 | 0,633 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,430 | 1,000 | 0,016 | 0,008 | 0,774 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,400 | 1,000 | 0,045 | 0,022 | 1,837 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,390 | 1,000 | 0,057 | 0,028 | 2,327 | 0,240 |

7 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Dato che non si hanno notizie circa la presenza di una falda entro i primi 3 metri di profondità, si può ragionevolmente supporre che i lavori di scavo non interesseranno la circolazione sotterranea.

Gli scavi non dovranno eccedere lo stretto necessario alla posa in opera della fondazione e dovranno essere eseguiti in periodi a minimo rischio di pioggia, procedendo per stati di avanzamento tali da consentire la rapida colmataura degli stessi ed il consolidamento dei fronti. Eventuali riporti di terreno dovranno essere eseguiti per strati, assicurando il graduale compattamento dei materiali terrosi, dai quali dovranno essere separate le frazioni litoidi di maggiore dimensione, per garantire un omogeneo assestamento di quest'ultimo.

Il materiale di risulta potrà essere riutilizzato in loco per la sistemazione dell'area, al di fuori di corsi d'acqua, fossi ed impluvi in genere, evitando che si possano generare apprezzabili modificazioni morfologiche e fenomeni di ristagno delle acque. Anche i materiali lapidei potranno essere reimpiegati in loco, a condizione che vengano sistemati in condizioni di stabilità e senza creare ostacolo al deflusso delle acque superficiali.

Per quanto riguarda la stabilità, dato che lo scavo da eseguire ha un fronte di altezza presunto di circa 0.5 m dall'attuale pc, non sono state realizzate specifiche verifiche.



8 CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine geognostica (due prove penetrometriche dinamiche e un'indagine sismica) e dei rilievi eseguiti nell'area hanno consentito la caratterizzazione di una porzione di terreno sufficiente ai fini dell'intervento in questione.

Lo studio effettuato e le considerazioni finora fornite, basate sull'analisi di tutti i dati a disposizione, non hanno prodotto valutazioni in contrasto con la realizzazione del progetto in esame.

Si rimanda al paragrafo relativo alle vincolo idrogeologico per quanto riguarda le prescrizioni da rispettare per l'intervento.

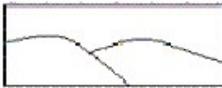
Per le le verifiche della struttura fondazionale si rimanda a quanto espresso nella relativa *Relazione geotecnica*.

Borgo San Lorenzo, 19/07/16

Tecnico incaricato
Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



ALLEGATO 1
PROVA PENETROMETRICA



IGeA sas

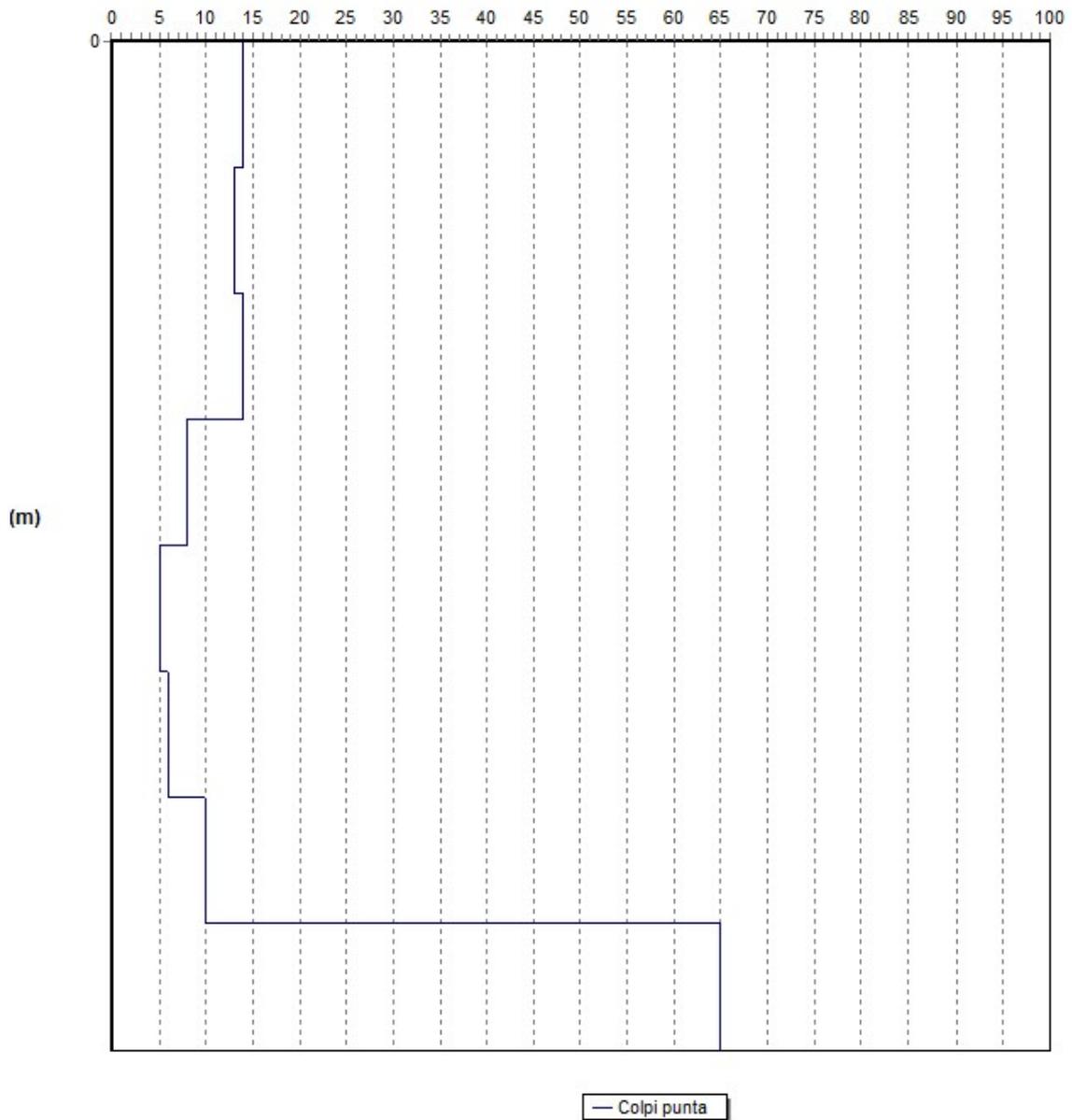
Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

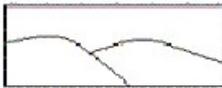
Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota(m):

Prova 1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





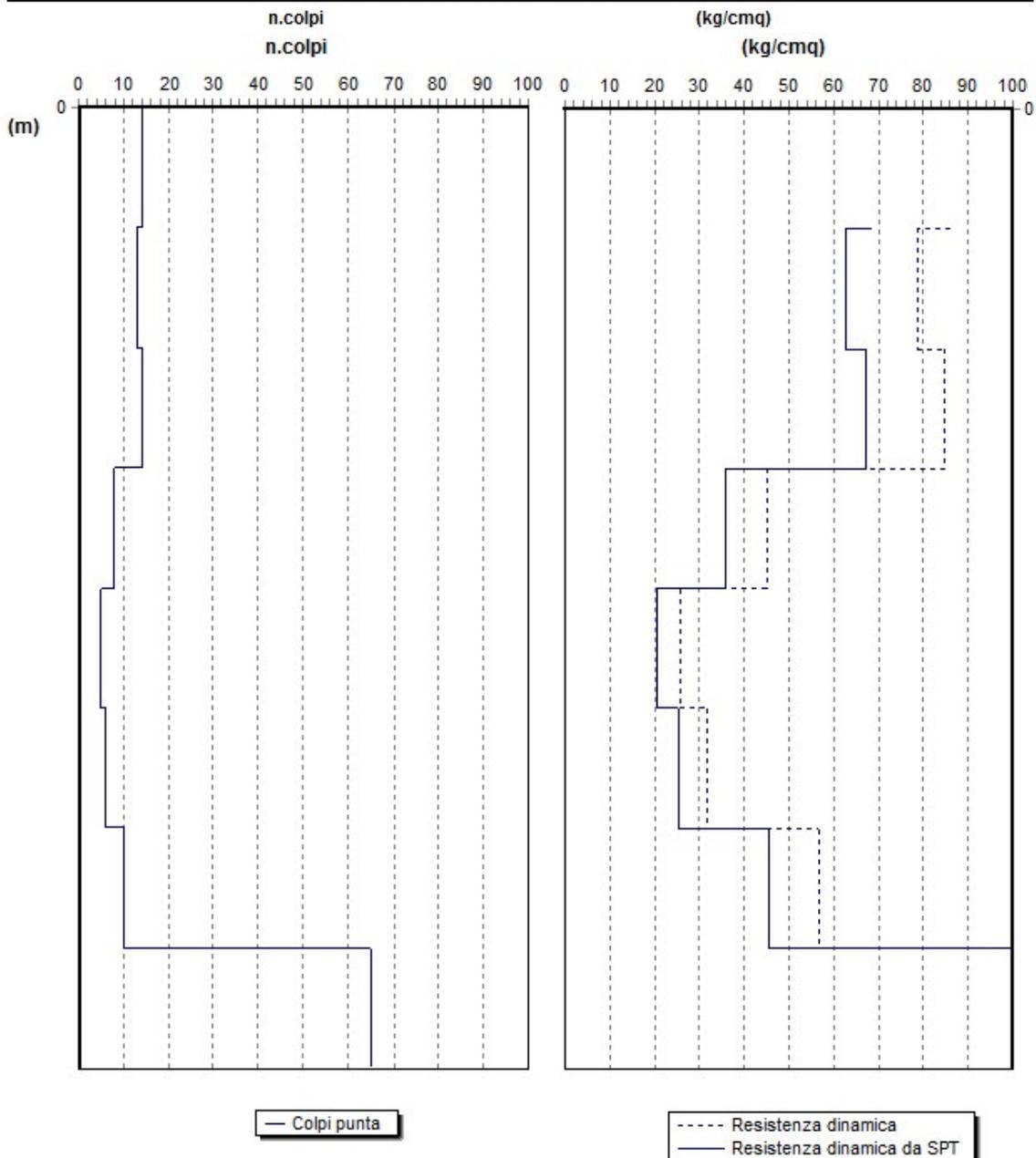
IGeA sas

Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota(m):

Prova 1

Grafico n.colpi - resistenza dinamica





IGeA sas

Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

Committente: Sig. Gianni Dini

Località: Molino del Piano - Pontassieve

Data: 01-07-2011

Attrezzatura:

Note:

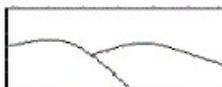
Quota(m):

Prova 1

Parametri geotecnici

| Profondità base strato(m) | Nspt medio equivalente | Descrizione litologica dello strato | Velocità onde S (m/s) | Rapporto Tau/Sigma | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata | Mod.edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Mod. dinamico di taglio (kg/cmq) | Mod. edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres. eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 0,1 | 13 | Sabbia compatta | 62 | 0,51 | 29 | 2,16 | 85 | 394 | | | | 381 | 92 | 0,01 |
| 0,2 | 12 | Sabbia compatta | 77 | 0,39 | 28 | 2,16 | 85 | 351 | | | | 363 | 85 | 0,03 |
| 0,3 | 13 | Sabbia compatta | 86 | 0,38 | 29 | 2,16 | 85 | 394 | | | | 381 | 92 | 0,05 |
| 0,4 | 7 | Sabbia sciolta | 83 | 0,19 | 25 | 2,01 | 66 | 165 | | | | 261 | 50 | 0,07 |
| 0,5 | 4 | Sabbia sciolta | 79 | 0,1 | 23 | 1,89 | 47 | 80 | | | | 185 | 28 | 0,09 |
| 0,6 | 5 | Sabbia sciolta | 85 | 0,12 | 24 | 1,91 | 50 | 106 | | | | 212 | 36 | 0,11 |
| 0,7 | 9 | Sabbia sciolta | 98 | 0,21 | 27 | 2 | 64 | 233 | | | | 304 | 64 | 0,13 |
| 0,8 | 58 | Sabbia molto densa | 138 | 1,31 | 44 | 2,16 | 85 | 3294 | | | | 949 | 412 | 0,15 |

Profondità della falda (m): non rilevata

**PROVA P2****IGeA sas**Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota(m):

Prova 2

Tabulato della prova

| Profondità (m) | N. colpi della punta misurato | N.colpi del rivestimento | N. colpi SPT equivalenti | N. colpi del rivestimento corretto |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 0,1 | 17 | | 15 | |
| 0,2 | 10 | | 9 | |
| 0,3 | 8 | | 7 | |
| 0,4 | 6 | | 5 | |
| 0,5 | 4 | | 4 | |
| 0,6 | 4 | | 4 | |
| 0,7 | 4 | | 4 | |
| 0,8 | 31 | | 28 | |
| 0,9 | 69 | | 62 | |

**IGeA sas**Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota(m):

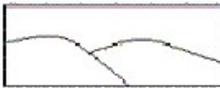
Prova 2

Stratigrafia della prova

| Profondità (m) | Nspt medio equiv. | Resist.dinam. (kg/cm ²) | Resist.dinam.SPT (kg/cm ²) | Descrizione litologica | Comport. meccanico | Correzione litologica |
|----------------|-------------------|-------------------------------------|--|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 0,1 | 15 | 99,11 | 78,68 | Sabbia compatta | 0 | 1 |
| 0,2 | 9 | 59 | 46,9 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,3 | 7 | 45,53 | 36,24 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,4 | 5 | 32,27 | 25,72 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,5 | 4 | 25,62 | 20,44 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,6 | 4 | 25,42 | 20,31 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,7 | 4 | 25,23 | 20,18 | Sabbia sciolta | 0 | 1 |
| 0,8 | 28 | 175,27 | 140,39 | Sabbia compatta | 0 | 1 |
| 0,9 | 62 | 385,19 | 308,91 | Sabbia molto densa | 0 | 1 |

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio Profondità della falda (m): non rilevata

| | | | |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Peso del maglio (kg): 30 | Passo di lettura (cm): 10 | Volata del maglio (cm): 20 | Profondità di partenza (m): 0,1 |
| Peso delle aste (kg): 2,4 | Lunghezza della prova (m): 0,9 | Diametro della punta (cm): 3,57 | Fattore di correzione strumentale: 0,9 |



IGeA sas

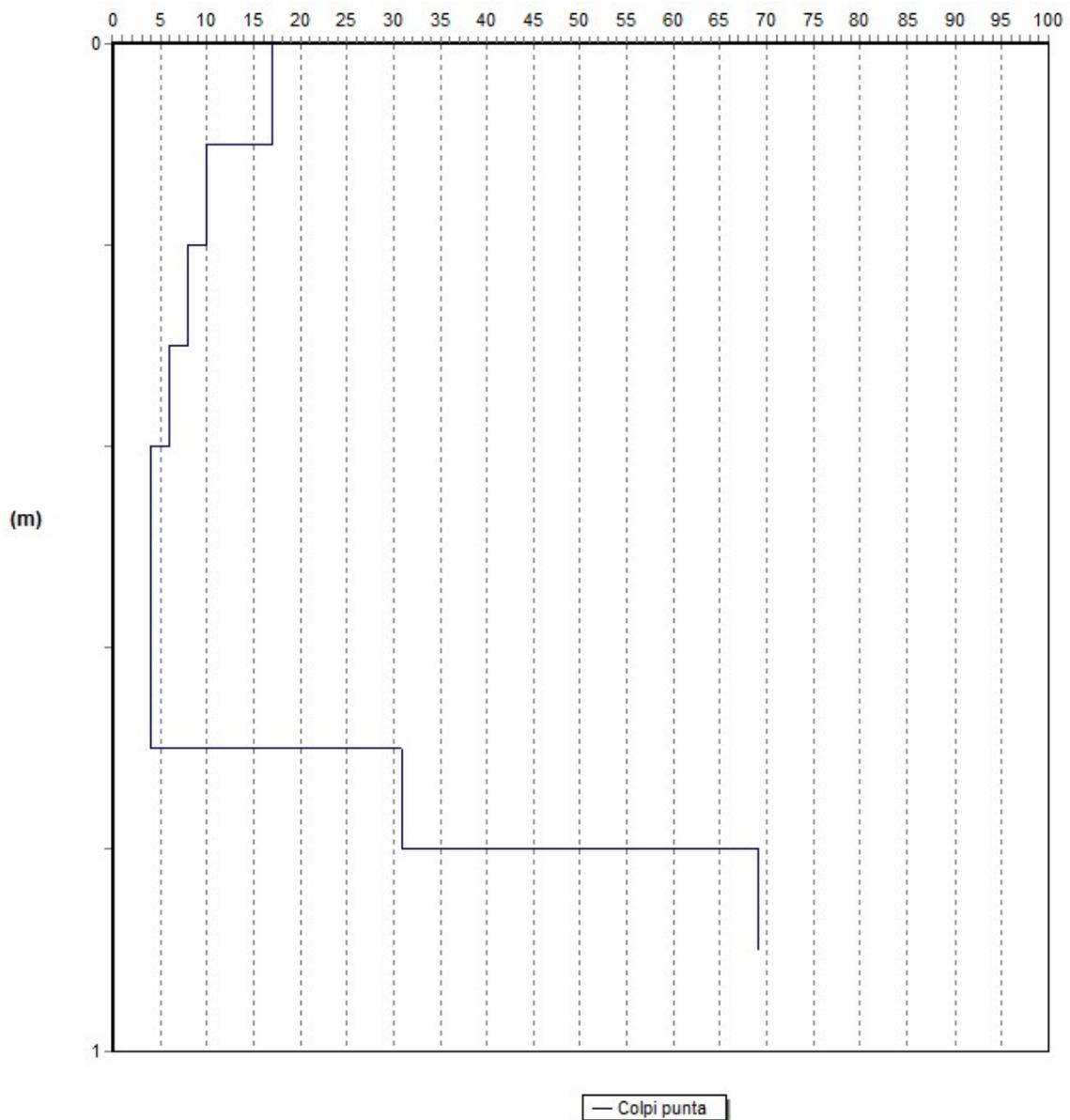
Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

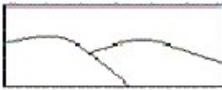
Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota(m):

Prova 2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





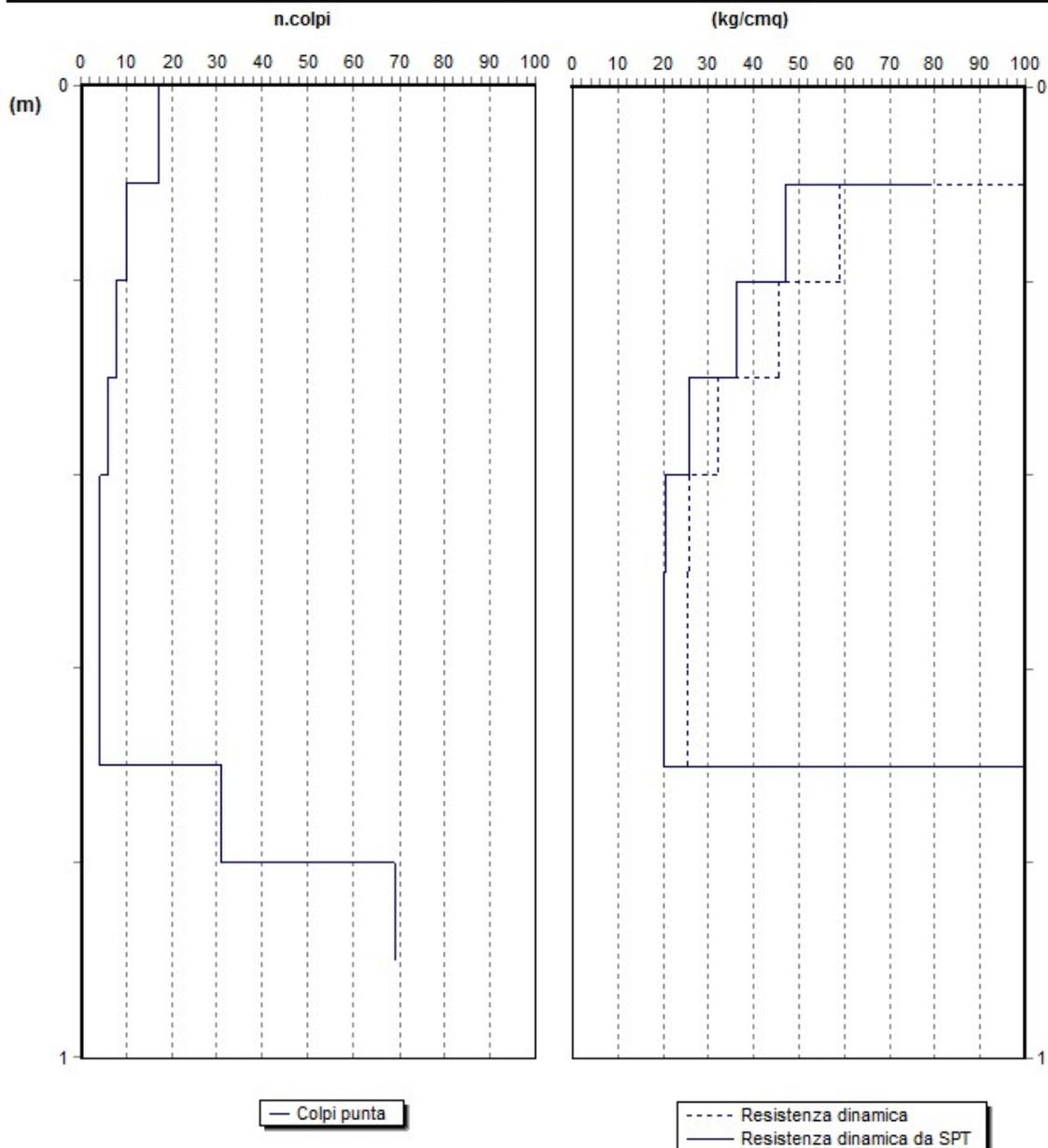
IGeA sas

Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo
Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

Committente: Sig. Gianni Dini
Località: Molino del Piano - Pontassieve
Data: 01-07-2011 Attrezzatura:
Note:
Quota (m):

Prova 2

Grafico n.colpi - resistenza dinamica





IGeA sas

Sede legale: Via Sagginalese 126-128, 50032 Borgo San Lorenzo

Sede operativa: -Tel. 055.8402324 - Fax 055.5609272

Committente: Sig. Gianni Dini

Località: Molino del Piano - Pontassieve

Data: 01-07-2011

Attrezzatura:

Note:

Quota(m):

Prova 2

Parametri geotecnici

| Profondità base strato(m) | Nspt medio equivalente | Descrizione litologica dello strato | Velocità onde S (m/s) | Rapporto Tau/Sigma | Angolo d'attrito(°) | Peso di volume naturale (t/mc) | Densità relativa | Modulo di Young (kg/cmq) | Coesione non drenata | Mod.edom. coesivi (kg/cmq) | O. C. R. | Mod. dinamico di taglio (kg/cmq) | Mod. edom. incoerenti (kg/cmq) | Pres. eff. a metà strato (kg/cmq) |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 0,1 | 15 | Sabbia compatta | 64 | 0,58 | 30 | 2,16 | 85 | 486 | | | | 416 | 107 | 0,01 |
| 0,2 | 9 | Sabbia sciolta | 73 | 0,29 | 27 | 2,16 | 85 | 233 | | | | 304 | 64 | 0,03 |
| 0,3 | 7 | Sabbia sciolta | 77 | 0,2 | 25 | 2,05 | 71 | 165 | | | | 261 | 50 | 0,05 |
| 0,4 | 5 | Sabbia sciolta | 78 | 0,14 | 24 | 1,95 | 56 | 106 | | | | 212 | 36 | 0,07 |
| 0,5 | 4 | Sabbia sciolta | 79 | 0,1 | 23 | 1,89 | 47 | 80 | | | | 185 | 28 | 0,09 |
| 0,6 | 4 | Sabbia sciolta | 82 | 0,1 | 23 | 1,88 | 45 | 80 | | | | 185 | 28 | 0,11 |
| 0,7 | 4 | Sabbia sciolta | 85 | 0,09 | 23 | 1,87 | 43 | 80 | | | | 185 | 28 | 0,13 |
| 0,8 | 28 | Sabbia compatta | 122 | 0,63 | 35 | 2,16 | 85 | 1228 | | | | 608 | 199 | 0,15 |
| 0,9 | 62 | Sabbia molto densa | 143 | 1,35 | 45 | 2,16 | 85 | 3540 | | | | 989 | 440 | 0,17 |

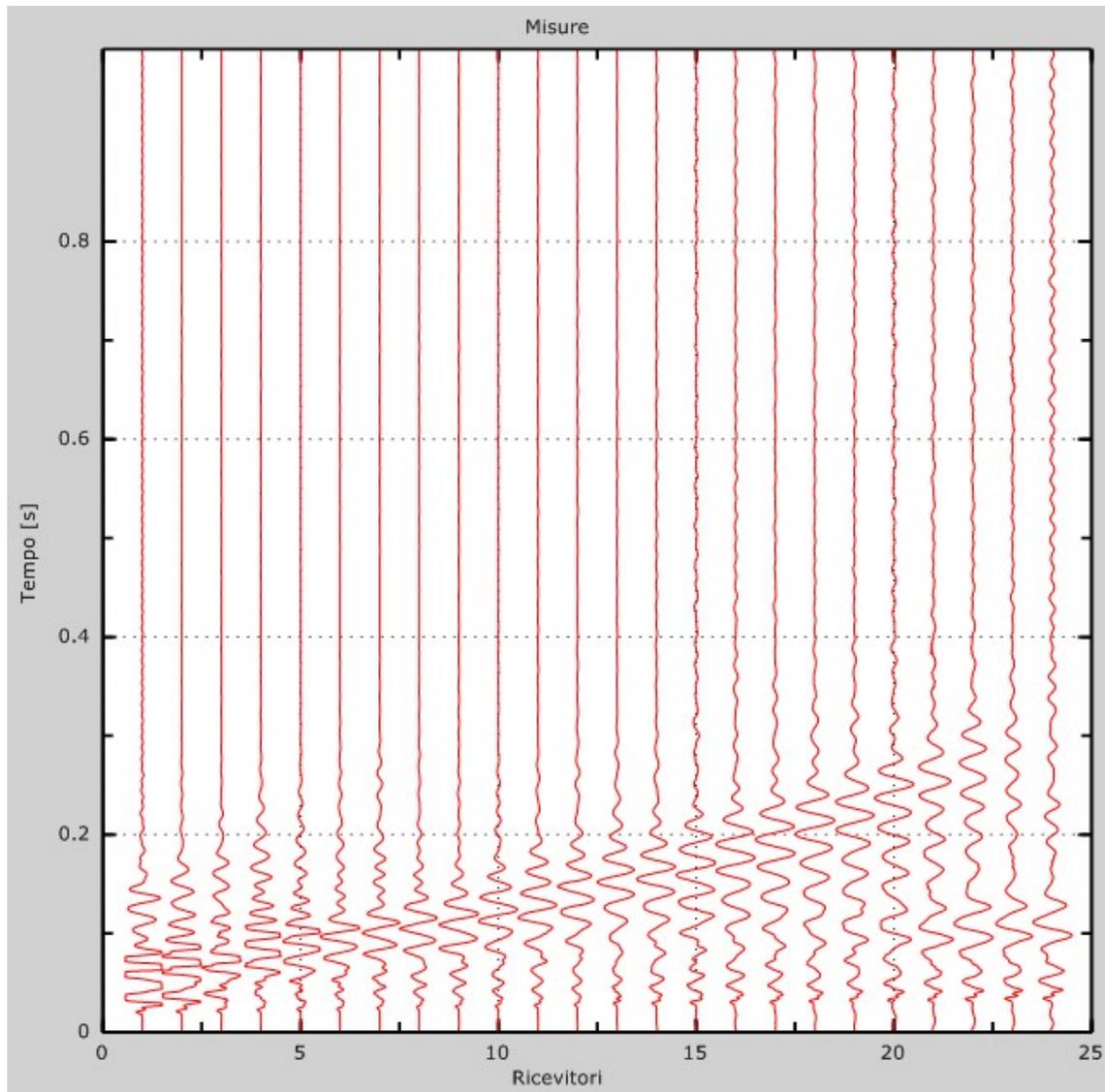
Profondità della falda (m): non rilevata



ALLEGATO 2
INDAGINE SISMICA



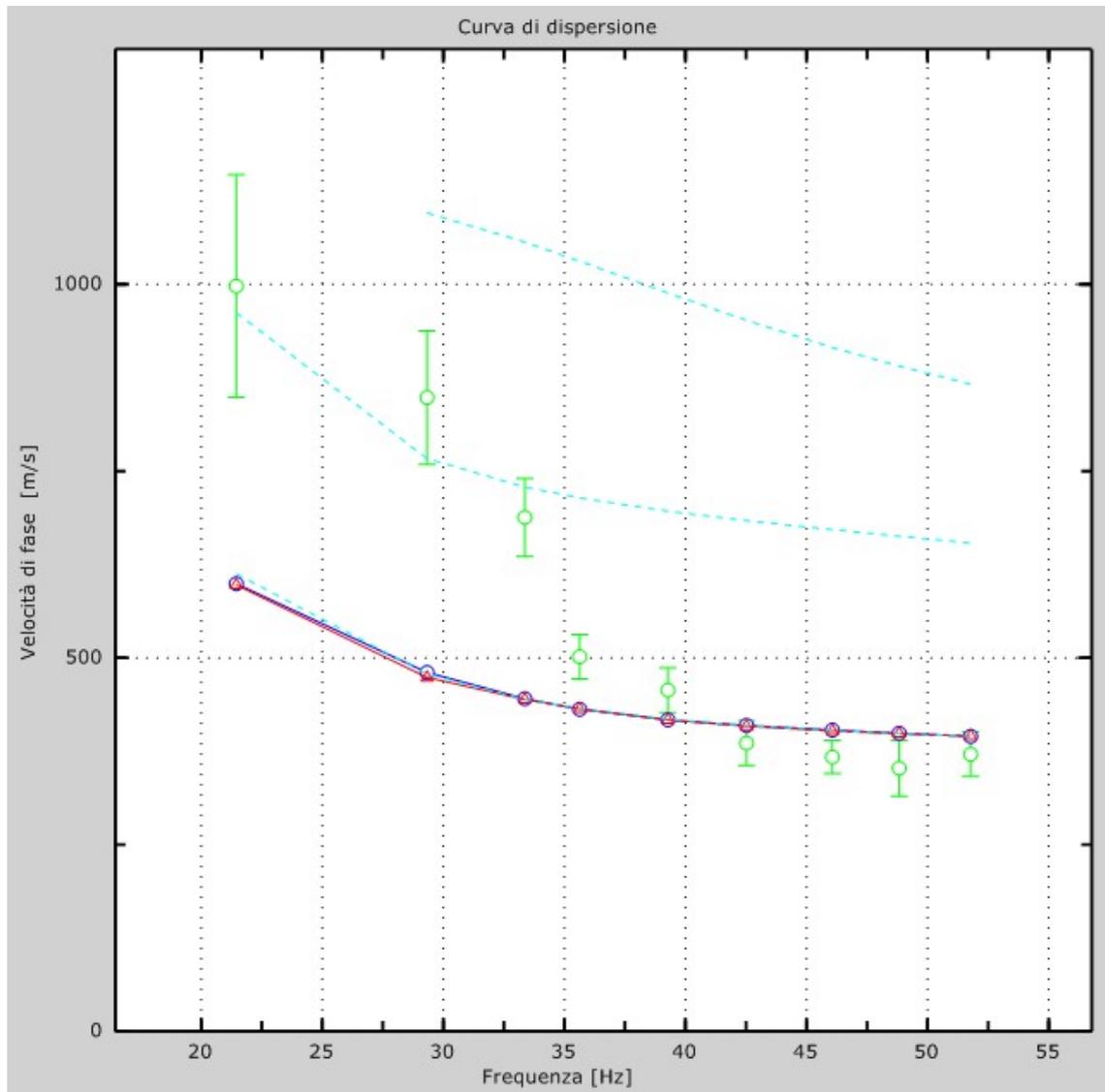
TRACCE SISMICHE



Numero di ricevitori24
Distanza tra i sensori:2m
Numero di campioni temporali..... 7651
Passo temporale di acquisizione.....0.13ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 4000ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)



VELOCITÀ NUMERICHE – PUNTI SPERIMENTALI (VERDE), MODI DI RAYLEIGHTH (CIANO), CURVA APPARENTE (BLU), CURVA NUMERICA (ROSSO)





PROFILO DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO VERTICALI

