

Proprietà <b>MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.</b>		Titolo Progetto Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 12/14/16, Comune di Pontassieve	
Titolo Documento RELAZIONE GEOLOGICA		Codice Commessa 02015	
		Codice Documento REL_GEO	
<b>CONTRIBUTI SPECIALISTICI E STRUMENTALI</b>			
PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE: GEOTECNICA PALAZZI GIOMARELLI SRL (CHIANCIANO TERME)			
PROSPEZIONI GEOFISICHE DOWN-HOLE: ENKI srl (FIRENZE)			
PROSPEZIONI GEOFISICHE PASSIVE (TROMINO): GARDONE ASSOCIATI CONSULENZE (FIRENZE)			
Tabella Revisioni			
Revisione: A	Descrizione: EMESSO PER APPROVAZIONE		
	Stesura: E.MONTINI	Data: 18/09/2020	N° pagine: 18
	Approvazione: L. GARDONE	Data: 25/09/2020	

DOTT. GEOL.  
 LUISA  
 GARDONE  
 L. 5/84  
 N° 648  
 Firma: GAR

# INDICE

PREMESSA .....	3
1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	4
3. QUADRO DI RIFERIMENTO PIANIFICATORIO.....	6
3.1 ZONAZIONI DI PERICOLOSITÀ DA PIANO STRUTTURALE .....	6
3.2 INTERAZIONI DEL PROGETTO CON LE NORME DELL’AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO	6
3.3 INTERAZIONI DEL PROGETTO CON LE NORME DELL’AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO	7
3.4 INTERAZIONI DEL PROGETTO CON LE NORMATIVE VIGENTI IN TEMA DI VINCOLO IDROGEOLOGICO .....	8
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	8
4.1 GEOLOGIA .....	8
4.2 GEOMORFOLOGIA.....	9
4.3 IDROGEOLOGIA.....	10
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
5.1 CARATTERISTICHE DELLA CAMPAGNA DI INDAGINE .....	11
6. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA .....	14
7. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELLA ZONA .....	15
7.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	15
8. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO E DELLE PERIMETRAZIONI DI PERICOLOSITÀ.....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
8.1 MICROZONAZIONE SISMICA: LIVELLO 1 .....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
8.2 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA .....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
8.3 PERICOLOSITÀ IDRAULICA .....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
8.4 PERICOLOSITÀ SISMICA.....	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
9. ANALISI DI FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>

## ALLEGATI

Elaborati cartografici

Stratigrafia sondaggio

Relazione Sismica Specialistica

Report SESAME

## Premessa

Su incarico conferitomi dalla Società Moggi srl, si è redatto la presente relazione geologica di supporto per l'estensione del blocco uffici e l'ampliamento delle aree di trattamento dei rifiuti tramite la realizzazione di un nuovo fabbricato che sarà costituito da una tettoia per il trattamento coperto dei rifiuti posti in Via di Serravalle n. 12-14-16, in località Molin del Piano, nel Comune di Pontassieve (Tavola 1) identificato catastalmente alla particella n.475 Foglio n. 63 della lottizzazione Montetrini (Tavola 2).

Nello specifico il fabbricato esistente, ubicato nei lotti 7-8-9, verrà ampliato per quanto riguarda la zona uffici per una volumetria totale di 220,98 m<sup>3</sup>. L'ampliamento si articolerà sia a piano terra che al primo piano e comporterà anche una parziale riorganizzazione degli spazi con ampliamento della zona spogliatoi del personale e la creazione di spazi refettorio. L'intervento avverrà sul lato sud dell'attuale corpo di fabbrica interessando parte del piazzale scoperto e parte della grande loggia esistente. Contestualmente, nel lotto 13, si realizzerà una tettoia metallica la cui superficie coperta interesserà circa 1180 m<sup>2</sup>, area interessata dal deposito temporaneo dei materiali di smaltimento/recupero.

A livello investigativo, per una caratterizzazione litostratigrafica, geomeccanica e sismica dei terreni coinvolti, si fa riferimento ad una pregressa campagna di indagini effettuata dallo scrivente nel medesimo luogo interessato dalle opere in progetto le cui caratteristiche consentono di soddisfare i requisiti investigativi richiesti per interventi ed opere ricadenti, ai sensi dell'art. 7 DPGR 36R/2009, in classe 4, stimando una volumetria teorica (pur non essendo previste tamponature e/o chiusure su tutti e 4 i lati) superiore a 6000 m<sup>3</sup>.

Le risultanze di tali studi hanno consentito di ricostruire la geometria e le caratteristiche reologiche della coltre superficiale nonché del substrato litoide diffusamente presente nell'area di intervento. A corredo degli accertamenti investigativi descritti, sono state infine effettuate misure del rumore sismico ambientale, mediante l'utilizzo di un'apparecchiatura (Tromino Energy Plus) in grado di rilevare le frequenze "naturali" di vibrazione correlate ad una possibile risposta sismica locale del suolo. L'area risulta infine soggetta a Vincolo Idrogeologico secondo il R.D. n.3267 del 1923 ed esterna alle perimetrazioni delle aree boscate.

## 1. Quadro di riferimento progettuale

I lavori consisteranno nell'ampliamento dell'area da destinarsi a centro di stoccaggio e recupero rifiuti non pericolosi. Si prevede l'estensione del blocco uffici in continuità con l'attuale corpo di fabbrica presente, in parte occupando nuovi spazi ed in parte inserendosi in porzione della grande loggia adiacente, per un totale di circa 220,98 m<sup>3</sup>. L'intervento di ampliamento verrà effettuato sia

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 3/18
--------------------------	---	-----------

al piano terra sia al primo piano con una riorganizzazione degli spazi, senza la previsione di piani interrati. Per quanto attiene invece gli interventi previsti nel lotto 13 si andrà a realizzare una tettoia a filo collocata sul piazzale attualmente adibito a deposito temporaneo dei materiali di recupero/smaltimento. L'opera avrà una volumetria di circa 6.374,75 m<sup>3</sup>, sarà sorretta da pilastri in acciaio mentre le campate saranno in travi reticolari con altezza di imposta pari a 10,80 metri. La struttura sarà poi coperta da pannelli di acciaio coibentati i quali convoglieranno le acque piovane nel porta-via mentre rimarrà in funzione l'attuale impianto di trattamento delle acque di prima pioggia pur riducendosi quest'ultime a meno del 50% di quelle originarie.

Ulteriori dettagli e precisazioni sulle caratteristiche dell'intervento possono essere acquisiti dalla consultazione delle tavole redatte dal progettista Arch. Marco Paggetti.

Tali interventi non interferiranno con il fosso intubato che corre lungo il lato est del piazzale, il quale, pur non essendo in alcun modo interessato da deflussi idrici o apporti meteorici, è formalmente inserito nell'elenco del reticolo idrografico della Regione Toscana e pertanto sottoposto alle norme e direttive del RD 523/1904. Quanto in progetto infatti non prevede istituzione di nuovi manufatti o scavi entro la fascia di pertinenza e rispetto previste dal RD citato ovvero entro i 4 ed i 10 metri dal ciglio di sponda o dall'asse mediano del condotto interrato.

Ulteriori dettagli e precisazioni sulle caratteristiche dell'intervento possono essere acquisiti dalla consultazione delle tavole redatte dal progettista Arch. Marco Paggetti.

## 2. Quadro normativo di riferimento

Lo studio è stato effettuato secondo quanto previsto dal seguente quadro normativo:

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** - Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- **Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici** - Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare del 27 luglio 2018;
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale n.42 del 20/02/2018
- **DPGRT 9/07/2009 n° 36/R** -Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- **D.P.G.R.16.03.2010, n. 32/R.** - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 agosto 2003, n. 48/R (Regolamento forestale della Toscana"
- **D.P.G.R.08.08.2003, n. 48/R.** - Regolamento forestale della Toscana;
- **D.P.G.R.T 25 ottobre 2011 n° 53/R** – Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005 n.1 in materia di indagini geologiche;
- **D.P.G.R. 05 febbraio 2020 n. 5/R** – Regolamento di attuazione dell'art. 104 della L.R. 10 novembre 2014 n.65 in materia di indagini geologiche;
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 4/18
--------------------------	---	-----------

- **Eurocodice 7.2 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio;
- **Eurocodice 7.3 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita con prove in sito;
- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

### 3. Quadro di riferimento pianificatorio

#### 3.1 Zonazioni di pericolosità da Piano Strutturale

Come riportato dagli studi allegati al Piano Strutturale, la carta della pericolosità geologica rappresenta la sintesi di tutti gli elaborati cartografici tematici redatti a supporto del PS e del RU e relative varianti e di tutte le conoscenze geologico-tecniche acquisite sul territorio investigato.

Lo scopo principale è quello di individuare e localizzare i fenomeni geologici s.l. ed indicarne il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso in cui siano previsti interventi in progetto proprio in aree da essi interessate.

In base alla consultazione della carta delle **pericolosità geomorfologica** redatta ai sensi dell'ex DPGR 26/R del 2007 ed allegata alla variante del R.U. del Comune di Pontassieve denominata "2° Regolamento Urbanistico" (Tavola 3), si rileva come la zona in esame sia ricompresa per la quasi totalità all'interno di un'area a pericolosità bassa G1, corrispondente a "*aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa*"; mentre una ristretta porzione dell'areale di intervento ricade in un'area contraddistinta da pericolosità geomorfologica molto elevata G4 corrispondente a "*aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza*". Nel caso in esame l'assegnazione di una pericolosità molto elevata è individuata in concomitanza dei tratti di sponda in cui è stata rilevata l'azione erosiva da parte del corso d'acqua presente.

Per quanto concerne la **pericolosità idraulica**, le carte allegate al PS (Tavola 4) evidenziano come il lotto oggetto di intervento risulti per la quasi totalità esterno alle aree in pericolosità, mentre una ristretta porzione dell'areale di intervento ricade in un'area contraddistinta da pericolosità idraulica bassa P.I.2.

#### 3.2 Interazioni del progetto con le norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

Il Piano di Bacino del Fiume Arno è redatto, adottato ed approvato ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della legge 18 maggio 1989 n. 183, quale stralcio del Piano di Bacino dell'Appennino Settentrionale. Esso ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, attraverso le proprie disposizioni, persegue l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati ai fenomeni di dissesto geomorfologico in atto o potenziali. A seguito della pubblicazione del D.P.C.M. 06/05/2005 "Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico" sulla Gazzetta Ufficiale n. 230 del 03/10/2005, il PAI entra ufficialmente in vigore dopo l'adozione con deliberazione n. 185 del 11/11/2004. Con l'entrata in vigore del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) D.C.I. n. 235 del 3 marzo 2016, i contenuti del PAI relativi alla pericolosità idraulica ed al rischio idraulico sono trattati nel PGRA e nella relativa disciplina di piano. **Allo stato attuale, il PAI mantiene i**

**propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino.**

In seguito a quanto richiesto dall'Europa in merito alla coerenza con i principi della direttiva 2000/60/CE e delle successive direttive in materia di acqua e suolo, è stato avviato un percorso di riforma pianificatoria di tutte le Autorità di Bacino distrettuali. Il Progetto di Piano, denominato PAI "dissesti geomorfologici", è stato adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019 ed interessa il territorio dei bacini toscani – umbri interamente ricadenti nel distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale. Il nuovo Progetto si pone l'obiettivo di omogeneizzare i criteri metodologici sia per la parte normativa sia per la definizione delle nuove classi di pericolosità geomorfologica.

Nella fattispecie, sulla base della cartografia dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno definita a livello di dettaglio (Tavola 5), per la pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante l'area in studio non ricade all'interno di nessuna classe di pericolosità e pertanto non ne è assoggettata alle norme di Piano. Si tiene a precisare che l'area di interesse lotto 4 risulta essere adiacente ad un'area classificata in pericolosità "P3b": tale area coincide con la scarpata sul lato a monte del piazzale oggetto di intervento e che, secondo quanto detto in precedenza in merito al riferimento progettuale, subirà interventi di sostegno e regolarizzazione.

### **3.3 Interazioni del progetto con le norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno**

IL Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016, secondo le indicazioni della Direttiva "Alluvioni" europea (2007/60/CE) e del Decreto legislativo di recepimento 49/2010.

Il PGRA rappresenta il nuovo piano di riferimento ai fini della pianificazione e gestione del rischio idrogeologico. Con il PGRA è stato delineato un "quadro comune e unico di riferimento" in cui si mettono a sistema, si razionalizzano ed integrano tra loro le azioni e gli interventi necessari per la gestione degli eventi possibili, senza abbandonare completamente i contenuti tecnico-giuridici derivanti dalle pianificazioni di assetto idrogeologico (PAI), ma aggiornandoli con scenari ed elaborazioni nuove ed inquadrandoli all'interno della cornice comunitaria.

Nella fattispecie, sulla base della cartografia dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno definita a livello di sintesi (Tavola 6), l'area oggetto di studio, non è soggetta a situazioni di rischio o pericolosità dovute inondazioni o fenomeni simili.

### **3.4 Interazioni del progetto con le normative vigenti in tema di vincolo idrogeologico**

La L.R. 39/00 Legge forestale della Toscana unifica, coordina la normativa regionale in materia forestale, nel rispetto dei principi fondamentali dettati dalle leggi dello Stato in materia di boschi, territori montani, vincolo idrogeologico, difesa del suolo e tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Attraverso piani pluriennali volti a migliorare la qualità e a consolidare l'estensione dei boschi e a identificare gli spazi per le opportune strutture economiche e turistiche, i piani prevedono, anche secondo la legge 97/1994, la priorità per il "riassetto idrogeologico, la sistemazione idraulico-forestale, l'uso delle risorse idriche, la conservazione del patrimonio monumentale dell'edilizia rurale, dei centri storici e del paesaggio rurale e montano. Il quadro normativo, oltre che con le successive modifiche si è completato con il Regolamento Forestale della Toscana (DPGR 48/R dell'8/3/2003 e DPGR 32/R dell'16/3/2010). In esso vengono disciplinate le procedure e le modalità di presentazione delle domande di autorizzazione e delle dichiarazioni ai fini del vincolo idrogeologico per "...tutte le trasformazioni della destinazione d'uso dei terreni all'interno del territorio comunale sottoposti a vincolo idrogeologico a seguito di opere di carattere urbanistico ed edilizio che comportino la edificazione, la realizzazione di opere infrastrutturali e comunque opere costruttive in genere e movimenti di terra".

Il lotto oggetto di intervento ricade in un'area non boscata. Gli interventi in progetto non dovranno comunque in alcun modo modificare le attuali condizioni di stabilità morfologica, né tanto meno dovranno indurre fenomeni di ristagno e/o erosione per ruscellamento. Nello specifico l'intervento di ampliamento non prevede la realizzazione di piani interrati, si prevede altresì opere di movimento terra propedeutiche all'ampliamento della zona uffici nonché propedeutiche all'alloggio dei pilastri di sostegno alla struttura in acciaio prevista nel lotto 13. Quest'ultimo intervento, unitamente all'attuale sistema di gestione delle acque meteoriche di prima pioggia, non andrà a modificare il corretto ordine idrogeologico dell'areale.

Perseguendo tali principi, si ritiene che gli interventi oggetto di studio risultino coerenti con quanto prescritto nelle norme che regolamentano gli interventi nelle aree sottoposte a vincolo idrogeologico.

Nella presente relazione vengono quindi trattati ed esaminati gli aspetti necessari per la formulazione di un giudizio di fattibilità.

## **4. Inquadramento territoriale**

### **4.1 Geologia**

Da un punto di vista geologico l'area di studio è ubicata in corrispondenza della zona nord-est della catena orogenica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione peri-

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 8/18
--------------------------	---	-----------

mediterranea sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

Nell'area di studio sono presenti litotipi appartenenti al Super Gruppo della Calvana (Dominio Ligure) ed in particolare i litotipi argillitici della Formazione di Sillano (**SIL**) oltre ai calcari della Formazione di Monte Morello (**MLL**) (Tavola 7).

La Formazione di Monte Morello è caratterizzata da strati calcareo-marnosi di natura torbiditica, costituiti da una porzione basale a grana prevalentemente fine o finissima grigio-biancastra passante a calcilutiti marnose a marne grigio chiare; di tutt'altra natura risultano invece i litotipi della Formazione di Sillano, contraddistinti da argilliti e siltiti fogliettate, grigio scure, nerastre, marroni, ocra o verdastre, alternate a strati calcarei e calcareo marnosi a grana fine, talora litografici, da sottili a molto spessi, di colore nocciola o giallastri all'alterazione.

Tali litotipi risultano comunque generalmente mascherati da una modesta coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, depostasi al piede del versante per azione gravitativa, mentre lungo il fondo valle sono presenti depositi alluvionali recenti, sedimentati in discordanza ed al di sopra delle coltri gravitative.

Il sondaggio geognostico ha confermato tale assetto ed i rapporti tra le varie componenti litologiche, mostrando la presenza di un primo livello di copertura, caratterizzato da uno spessore di circa 3.0-4.0 m, costituito da sabbie medio grossolane, con abbondanti frammenti litici calcarenitici, al di sotto del quale è presente il substrato in facies argillitico-siltitico intervallato da tratti di calcari e calcareniti decompressi, fratturati ed alterati.

## 4.2 Geomorfologia

Il terreno sul quale è prevista la realizzazione del fabbricato è ubicato in sinistra idrografica del Torrente Sieci, lungo un fondovalle, alle pendici orientali dei rilievi collinari di M. Fornello. L'area si trova ad una quota media di circa 119 m s.l.m, e la morfologia della zona è sub pianeggiante, localmente modellata dagli interventi antropici e di urbanizzazione per l'area PIP di Molin del Piano. L'analisi documentale e bibliografica condotta, comprensiva della ricognizione sul quadro conoscitivo dello S.U. del Comune di Pontassieve, relativa al sito interessato dagli interventi in progetto, non manifesta situazioni di particolare criticità per quanto attiene i connotati geomorfologici. Quanto affermato è desunto dai dati e dalle informazioni reperite, è stato puntualmente verificato e confermato dai risultati del sopralluogo e dei rilievi in sito; in particolare è stato effettuato un rilievo geologico strutturale lungo la scarpata aperta che delimita a N il perimetro destinato all'intervento in progetto. Tale rilievo ha messo in evidenza l'affioramento di un ammasso litoide caratterizzato da una sequenza riferibile principalmente ai seguenti litotipi:

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 9/18
--------------------------	---	-----------

- Calcari marnosi, compatti, di colore bianco avana, a grana fine e frattura concoide con spessore variabile dai 30 cm ai 2-3 metri.
- Calcari marnosi granulosi di colore giallo avana con frattura concoide e spessore variabile da poche decine di centimetri a qualche metro
- Sottili intercalazioni di scisti argillosi (o leggermente marnosi) di colore grigio scuro;
- Calcareniti grigie al taglio fresco, marrone rossastro se alterate, di spessore da pochi centimetri a 20-40 centimetri.

La giacitura dell'ammasso in affioramento è a reggipoggio con una leggera inclinazione di 28°-30° sull'orizzonte, sovrastato da una modesta copertura terrigena. Gli elementi geologico strutturali sin qui acquisiti consentono di escludere dinamiche di versante ed instabilità dei futuri fronti di scavo. In considerazione di quanto riportato viene pertanto confermata la diagnosi originaria ovvero di un'assenza di fenomenologie o dinamiche morfologiche degne di nota o che possano avere una qualche ripercussione sull'areale interessato dal progetto (Tavola 8).

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, il principale corso d'acqua presente nella zona è il già citato Torrente Sieci, che scorre a circa 165 m di distanza ad ovest dell'area oggetto di studio; sono inoltre presenti alcuni fossi e borri di limitata estensione ed importanza, tra cui uno posto a monte della zona di studio. Lungo tale impluvio, che si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 500 m, confluiscono i contributi idrici superficiali dei terreni contermini in favore di pendenza; tale corso d'acqua risulta pertanto caratterizzato da un regime idraulico prettamente torrentizio con portate pressochè inconsistenti o nulle per buona parte dell'anno. In corrispondenza dell'area d'intervento risulta comunque tombato sino alla confluenza nel Torrente Sieci.

### 4.3 Idrogeologia

Il litotipi rocciosi sono caratterizzati da una permeabilità di tipo secondario, legata quindi all'entità dei sistemi di fratturazione che interessano il substrato.

La Formazione di M.Morello, può essere ragionevolmente considerata come mediamente permeabile in relazione alla presenza di fratture che, in funzione della loro densità e delle loro caratteristiche, possono favorire la circolazione delle acque. La Formazione di Sillano presenta invece una permeabilità per porosità secondaria bassa, dovuta essenzialmente alla prevalenza di litotipi prevalentemente argillosi. Per quanto concerne la coltre superficiale, la circolazione dell'acqua è legata alla permeabilità primaria dei terreni presenti, ovvero dipende esclusivamente dalla porosità intrinseca dei terreni stessi.

Durante la realizzazione del sondaggio è stata osservata la presenza di una circolazione idrica, intercettata, in un primo caso a circa 10 metri di profondità, quantitativamente meno significativa in corrispondenza di calcari marnosi e calcareniti fortemente alterati e disarticolate in abbondante

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 10/18
--------------------------	---	------------

matrice sabbioso limosa; nel secondo caso, una manifestazione idrica più significativa è stata riscontrata a circa 20.0 metri da p.c..

Si tratta in ambedue i casi di circolazioni idriche residenti entro l'ammasso litoide fratturato; nel primo caso residente e confinata entro il cappellaccio di alterazione con modeste potenzialità produttive e debole prevalenza, con livello statico stabilizzato posto a circa 6 metri dal p.c. Nel secondo caso, l'acquifero è apparso assai più consistente e potenzialmente produttivo.

## 5. Indagini geognostiche

### 5.1 Caratteristiche della campagna di indagine

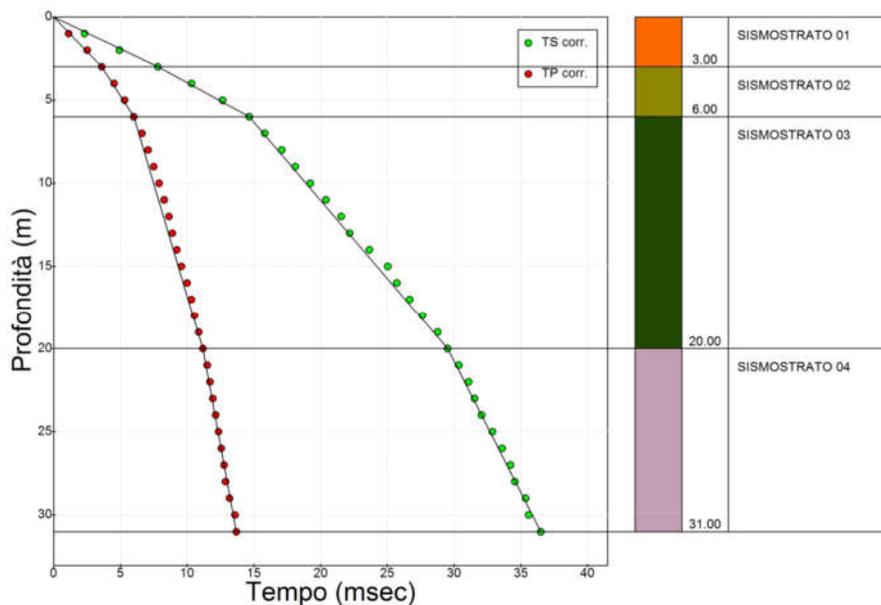
Alla luce delle risultanze della campagna geognostica effettuata a supporto della relazione geologica redatta dallo scrivente in data novembre 2011, relativa alla realizzazione del nuovo capannone della committenza per l'attività di stoccaggio e recupero rifiuti non pericolosi, è stato possibile sviluppare un modello litotecnico e sismico dell'areale di intervento. Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle indagini geognostiche condotte nell'areale di intervento (Tavola 9); per una trattazione più esaustiva si rimanda all'elaborato geologico suddetto.

- **Sondaggio a carotaggio continuo:** il sondaggio è stato spinto sino alla profondità di 31 metri dal piano campagna; durante l'esecuzione sono state realizzate due prove penetrometriche dinamiche (SPT) in avanzamento, i cui risultati vengono di seguito riportati:

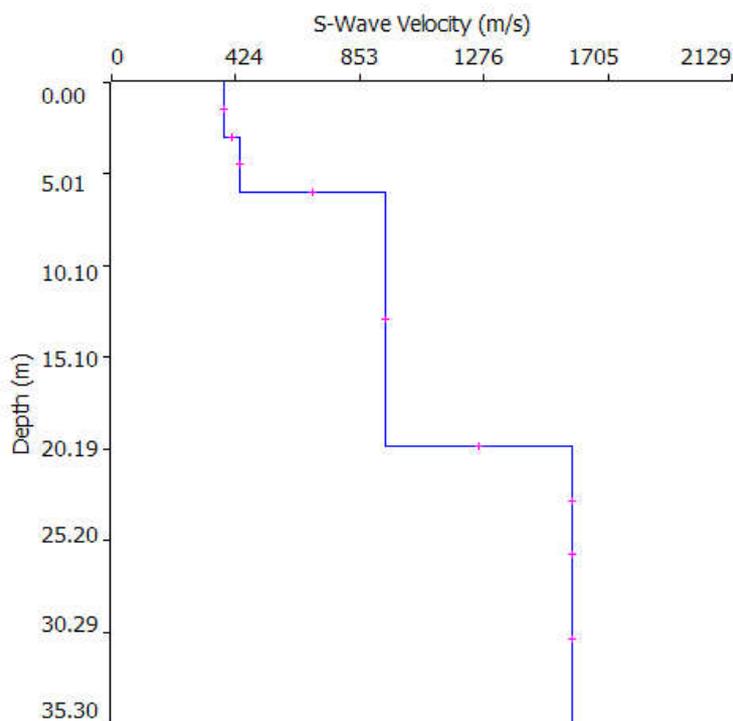
Sondaggio	Profondità (m)	N <sub>colpi</sub>	N <sub>spt</sub>
<b>S01</b>	2.0	20/26/13	39
	4.0	RIF.	-

- **Carotaggio sismico Down Hole:** Lo scopo del carotaggio sismico down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio, calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo. Il foro del sondaggio è stato appositamente attrezzato con un rivestimento in PVC per tutta la sua lunghezza, al fine di realizzare al suo interno una prova down-hole. La tubazione è stata resa solidale con il terreno attraverso l'iniezione di una miscela cementizia lungo tutte le pareti esterne a contatto con il terreno. L'elaborazione dei risultati dell'indagine sismica è stata eseguita tenendo conto anche

della stratigrafia redatta in fase di realizzazione del sondaggio. La definizione delle velocità sismiche ha permesso di calcolare i moduli elastici dinamici, relativi ai terreni indagati.



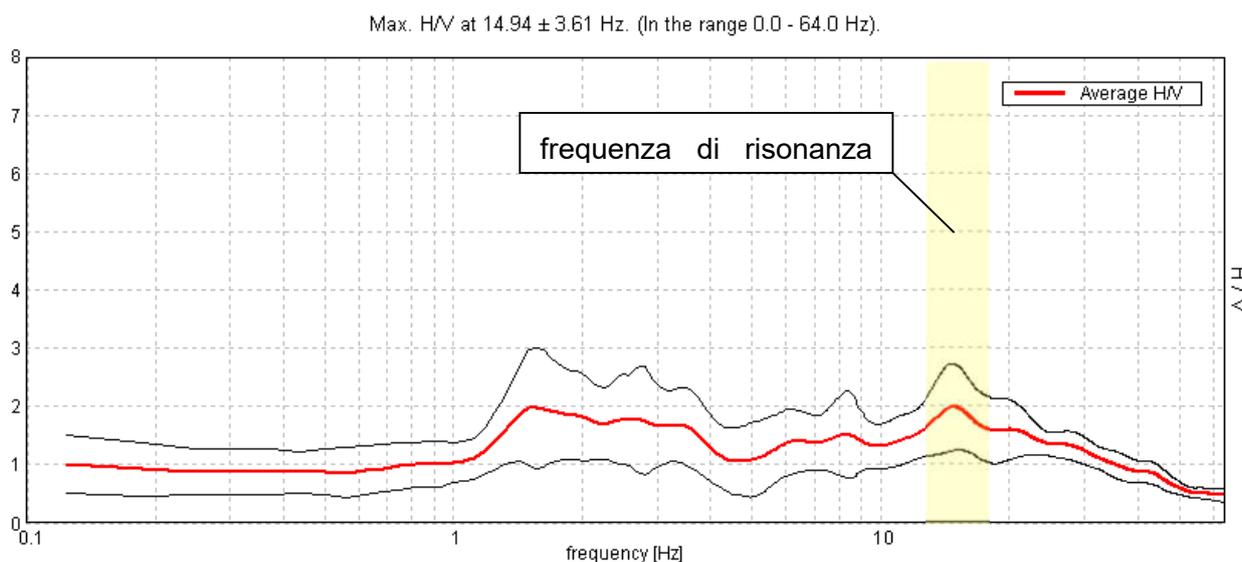
*Domocrona ottenuta con metodo diretto*



INDAGINE	Vs,eq. [m/s]	CATEGORIA SOTTOSUOLO
DH01 MOLIN DEL PIANO	413	<b>B</b>

- **Stazione con tomografo digitale:** si tratta di una prospezione geofisica per la caratterizzazione microsismica locale mediante un tomometro digitale, modello “Tromino Engy Plus”, attraverso cui è stato possibile acquisire la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per una corretta progettazione anti-sismica locale.

La misura effettuata nella zona del piazzale mediante tomografo digitale ha evidenziato un rumore sismico e un disturbo continuo correlabile alle attività produttive presenti nelle immediate vicinanze, senza però inficiare in modo negativo sull’attendibilità ed utilizzo della registrazione stessa. Il segnale registrato mostra la presenza di due blandi picchi di interesse sismico e geotecnico, correlabili con la presenza di altrettante discontinuità sismostratigrafiche tra materiali che presentano differente grado di addensamento e relativa velocità delle onde di taglio. Seppur di ampiezza ridotta, si ritiene che, da un punto di vista di interesse ingegneristico, il picco posto a circa 15 Hz rappresenti quello di maggior significato, identificando la frequenza caratteristica di riferimento. Altro picco, di ampiezza comparabile, risulta essere posto a circa 2-3 Hz, in ragione del graduale passaggio ad un substrato integro.



*Confronto rapporto H/V sperimentale*

La combinazione delle metodologie investigative sopra riportate, tra loro complementari, consente di ottenere, in simili contesti, una sorta di radiografia del sottosuolo sino a profondità compatibili alle necessità investigative emerse, nel rispetto dei disposti normativi sia nazionali (NTC18) che regionali (DPGRT n° 36/R del 2009).

## 6. Caratterizzazione litotecnica

Le prospezioni geognostiche effettuate, sia di tipo geofisico che geotecnico, hanno consentito di elaborare un modello litotecnico di riferimento ed una stima dei parametri geomeccanici caratteristici del sottosuolo interessato dalle opere ed interventi in progetto. Le indagini hanno mostrato la presenza, al di sotto di un sottile strato di riporto grossolano, di una coltre detritica (**Livello A**) dotata di uno spessore di circa 2,5 metri, costituita in prevalenza da sabbie medio-grossolane con abbondanti frammenti di calcare marnoso fortemente alterati. Segue un livello che abbiamo interpretato come cappellaccio di alterazione (**Livello B1**) del substrato litoide sino a circa 6.0 m da p.c. costituito da frammenti e clasti eterometrici spigolosi di calcare marnoso e calcareniti in matrice sabbioso limosa nocciola marrone. In continuità stratigrafica, ma sensibilmente differente in termini reologici, si riscontrano calcareniti alternate a siltiti molto alterate e fratturate (**Livello B2**), per poi passare a calcareniti con locali livelli di siltiti (**Livello C**), da fratturati a compatti. Ai fini dei calcoli e delle verifiche geotecniche, per ciascun livello individuato, vengono proposti parametri geomeccanici caratteristici, congruenti con la tipologia di terreni rilevata:

<b>Livello A:</b> prof: 0.5-3.0 m – sabbie medio-grossolane con abbondanti frammenti di calcare marnoso fortemente alterati - <b>Copertura detritica eluvio-colluviale</b>			
Velocità Onde Sismiche S	Vs	m/sec	384
Peso di volume	$\gamma$	[t/m <sup>3</sup> ]	1.9
Coesione drenata	c'	[kg/cm <sup>2</sup> ]	0.05
Angolo di attrito interno	$\Phi'$	°	28
Modulo Poisson	$\nu$	-	0.36
Modulo di deformazione al taglio	G	Mpa	321
Modulo di Young	E	Mpa	876

<b>Livello B1:</b> prof: 3.0-6.0 m – frammenti e clasti eterometrici spigolosi di calcare marnoso e calcareniti in matrice sabbioso limosa nocciola marrone – <b>Cappellaccio alterazione substrato litoide</b>			
Velocità Onde Sismiche S	Vs	m/sec	438
Peso di volume	$\gamma$	[t/m <sup>3</sup> ]	2.0
Coesione drenata	c'	[kg/cm <sup>2</sup> ]	0.1
Angolo di attrito interno	$\Phi'$	°	30
Modulo Poisson	$\nu$	-	0.43
Modulo di deformazione al taglio	G	Mpa	425
Modulo di Young	E	Mpa	1.217

<b>Livello B2:</b> prof: 6.0-20.0 m – siltiti, argilliti alternate a calcareniti molto fratturate e allentate			
Velocità Onde Sismiche S	Vs	m/sec	940
Peso di volume	$\gamma$	[t/m <sup>3</sup> ]	2.1
Coesione drenata	c'	[kg/cm <sup>2</sup> ]	0.2
Angolo di attrito interno	$\Phi'$	°	32
Modulo Poisson	$\nu$	-	0.43
Modulo di deformazione al taglio	G	Mpa	2.105
Modulo di Young	E	Mpa	6.025

<b>Livello C:</b> prof: > 20.0 m – calcari marnosi e calcareniti fratturate con locali livelli di siltiti e argilliti			
Velocità Onde Sismiche S	Vs	m/sec	1.575
Peso di volume	$\gamma$	[t/m <sup>3</sup> ]	2.2
Coesione drenata	c'	[kg/cm <sup>2</sup> ]	0.4
Angolo di attrito interno	$\Phi'$	°	36
Modulo Poisson	$\nu$	-	0.43
Modulo di deformazione al taglio	G	Mpa	6.353
Modulo di Young	E	Mpa	18.115

## 7. Considerazioni sulla sismicità della zona

### 7.1 Categoria di sottosuolo

Secondo quanto previsto dalle NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è possibile valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

I valori del parametro Vs calcolati con la MASW permettono la definizione della categoria di del sottosuolo, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Il parametro  $V_{s,eq}$  rappresenta la media della velocità delle onde di taglio ed è dato dalla:

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio strato  $i$ -esimo e  $H$  è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s; per depositi con profondità  $H > 30$  m la  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo sono:

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C. Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D. Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
- E. Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

*Categorie di sottosuolo*

Basandoci sullo stendimento effettuato possiamo quindi affermare che il parametro  $V_{s,eq}$  risulta essere pari a 413 m/s di conseguenza il terreno investigato, secondo quanto previsto dalle NTC 2018, ricade in **categoria di sottosuolo B**.

## 8. Considerazioni sulla fattibilità degli interventi

Per quanto attiene gli aspetti legati all'assetto idrogeologico locale, gli interventi in progetto non ne modificheranno l'ordine attuale. Per gli interventi di ampliamento del blocco uffici, ubicato nel lotto 7-8-9, il progetto non prevede la realizzazione di piani interrati e conseguentemente non si prevedono sostanziali operazioni di movimento terra tali da modificare o alterare l'attuale ordine idrogeologico dell'area. Allo stesso modo, l'intervento previsto nel lotto 13, comprensivo della

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 16/18
--------------------------	---	------------

realizzazione di una tettoia in acciaio sorretta da pilastri, si doterà di un sistema di raccolta di acque meteoriche il quale ne garantirà la corretta gestione; si tiene a precisare che allo stato attuale dei fatti i lotti sopraccitati, vista l'estensione delle superfici impermeabili, sono dotati di un efficiente sistema di raccolta delle acque meteoriche di prima pioggia. Per le ragioni sopraccitate si ritiene che gli interventi in progetto non modificheranno sostanzialmente l'assetto idrogeologico locale.

Per quanto riguarda la fattibilità degli interventi, secondo quanto emerso dallo studio conoscitivo del luogo ed in base alle pericolosità riscontrate, in accordo con quanto disciplinato dal DPGR 53/R/2011 così come modificato dal DPGR 5/R/2020, non si riscontrano particolari elementi ostativi o condizionanti il progetto se non le usuali ed ordinarie disposizioni disciplinate nelle NTA allegata all'attuale Strumento Urbanistico. La presente relazione risulta coerente, per contenuti e ed aspetti trattati, alle NTC18 ed al DPGR 36/R del 2009.

Firenze, settembre 2020

Il tecnico incaricato



Stampa circolare della Regione dei Geologi della Toscana. Al centro: DOTT. GEOL. LUCA GARDONE, N° 649. Sotto la stampella: Luca Gardone Geologo \*

## ALLEGATI

MOGGI IMMOBILIARE s.r.l.	Ampliamento attività stoccaggio e trattamento rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di Serravalle 16/29/31, Comune di Pontassieve – Variante al Regolamento Urbanistico	pag. 17/18
--------------------------	---	------------

- 1. Elaborati cartografici**
- 2. Stratigrafia sondaggio**
- 3. Relazione Sismica Specialistica**
- 4. Report SESAME**

**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Città Metropolitana di Firenze

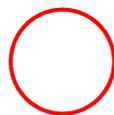
Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

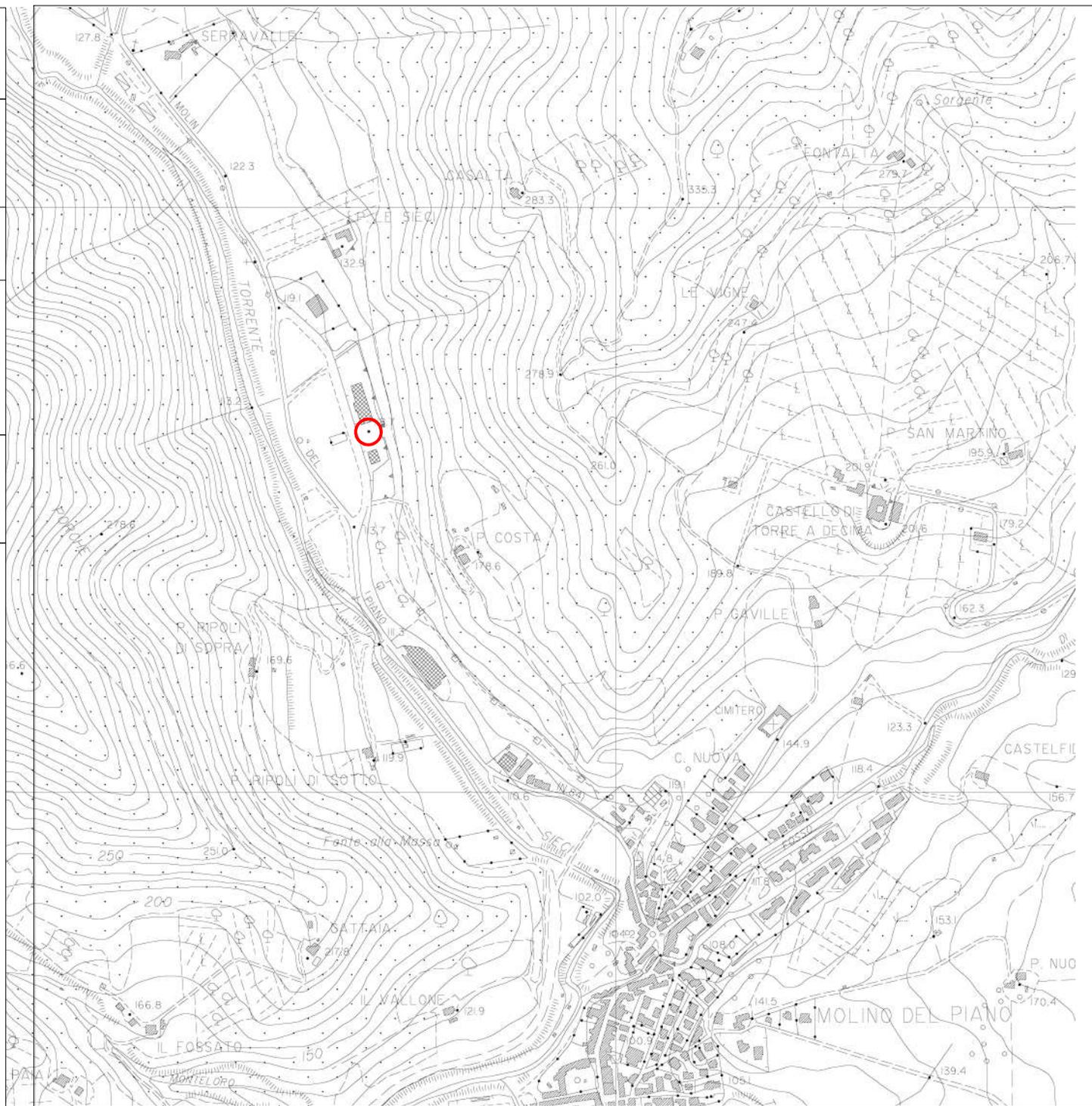
**ELABORATO:**  
Corografia generale  
(CTR Regione Toscana)

TAVOLA 1  
SCALA 1:10.000

Legenda:



Area di intervento



**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Città Metropolitana di Firenze

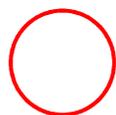
Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

**ELABORATO:**  
Estratto di mappa catastale

**TAVOLA 2**  
SCALA GRAFICA

Legenda:



Area di intervento  
Foglio 63 part.475



**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Città Metropolitana di Firenze

Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

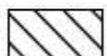
**ELABORATO:**  
Carta pericolosità geomorfologica  
(estratto Variante al RU del Comune Pontassieve)

**TAVOLA 3**  
SCALA GRAFICA

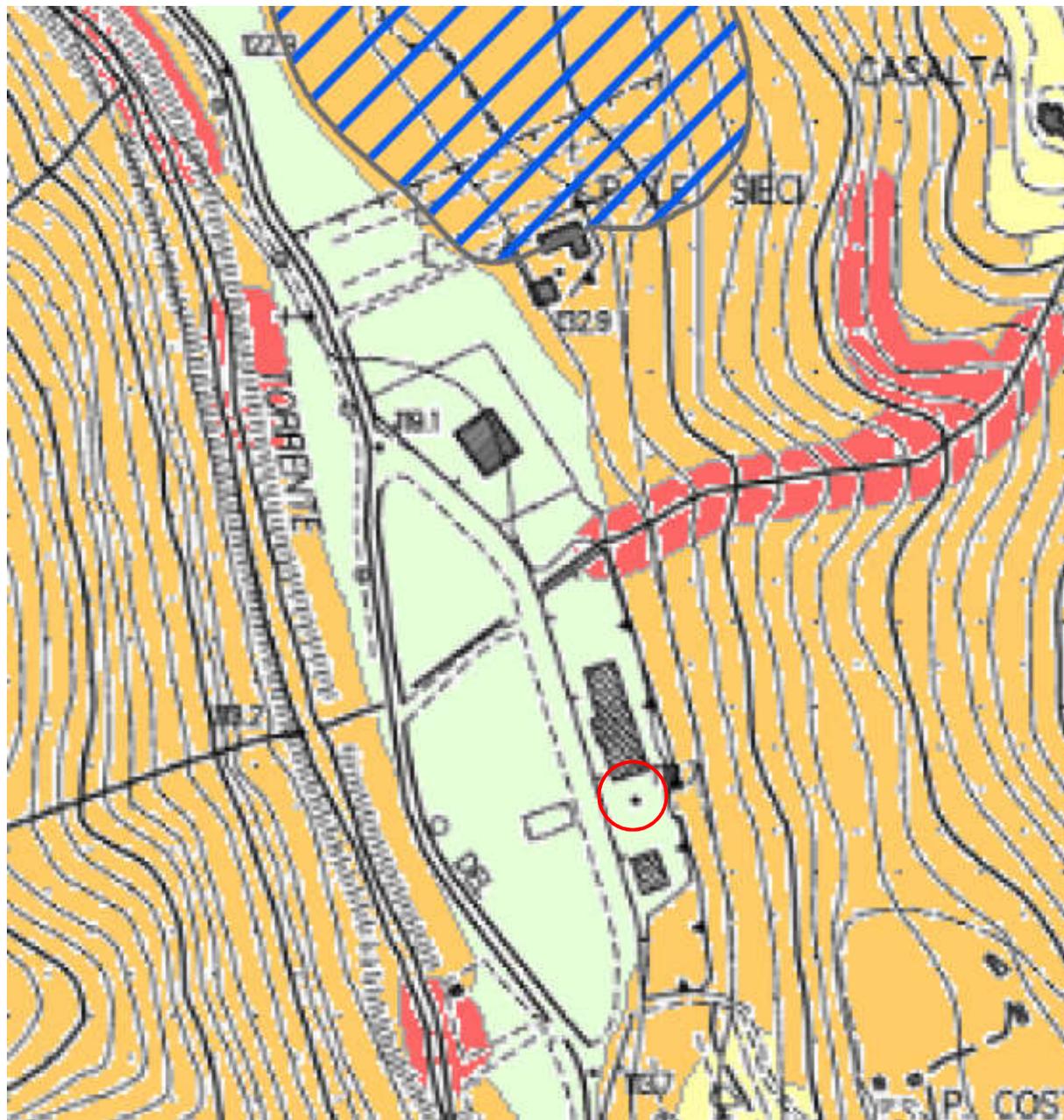
Legenda:

-  G1 Pericolosità geomorfologica bassa
-  G2 Pericolosità geomorfologica media
-  G3 Pericolosità geomorfologica elevata
-  G4 Pericolosità geomorfologica molto elevata

**PERICOLOSITA' DA FRANA - PAI ARNO**

-  PF3 - Aree a pericolosità elevata
-  PF4 - Aree a pericolosità molto elevata

 Area di intervento



# COMUNE DI PONTASSIEVE

## Città Metropolitana di Firenze

Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

ELABORATO:  
Carta pericolosità idraulica  
(estratto Piano Strutturale Comune Pontassieve)

TAVOLA 4  
SCALA GRAFICA

Legenda:



Area di intervento



1

PERICOLOSITA'  
IRRILEVANTE

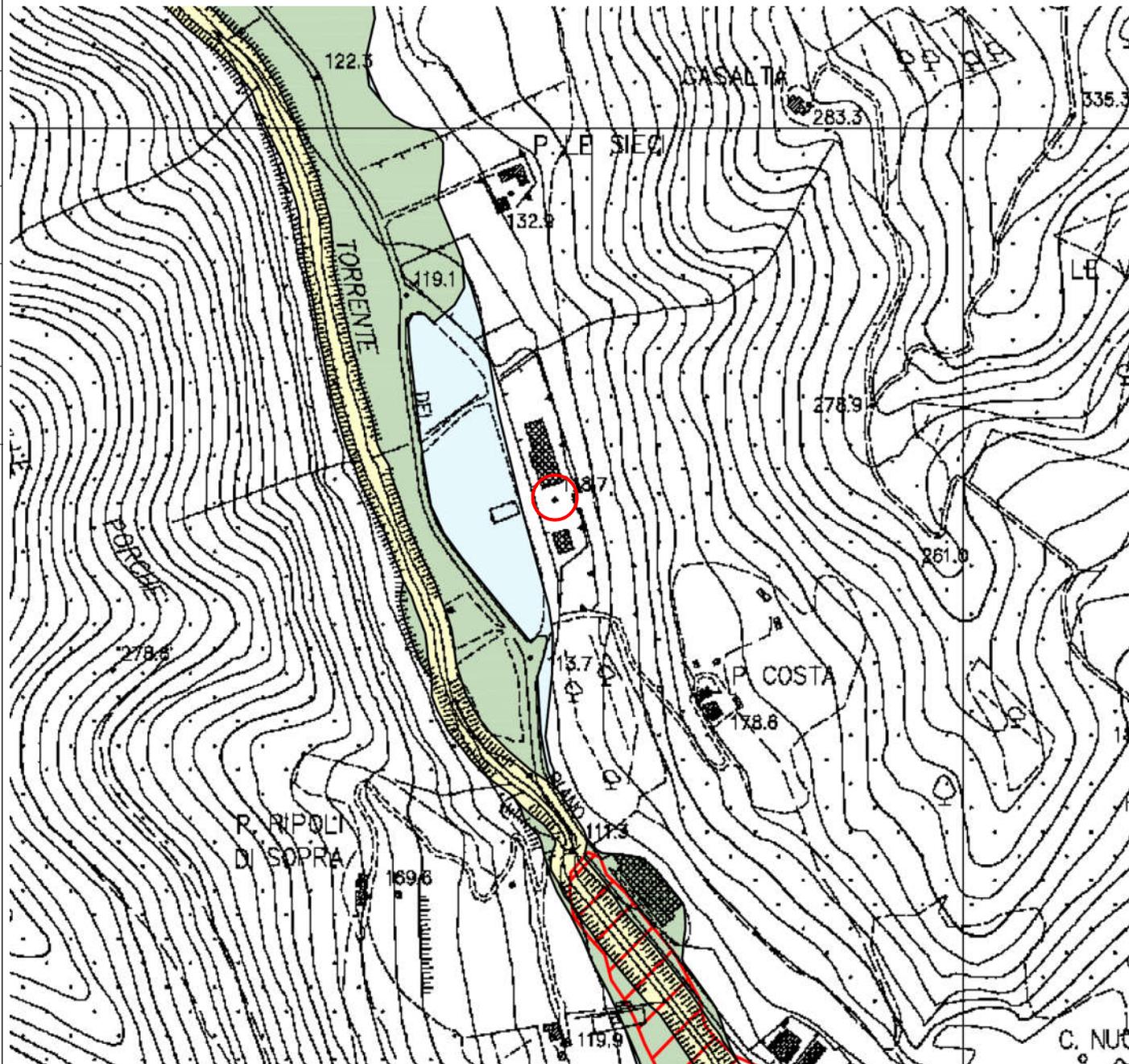
Arece collinari o montane prossime ai corsi d'acqua e poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all' art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000, per le quali per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
\* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;  
\* sono in situazione favorevole di alto morfologico di norma poste a quota altimetrica superiore a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.



2

PERICOLOSITA'  
BASSA

Arece di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della C.R. n. 12/2000, 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 alluvionata adiacente, ossia posta a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.





**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Città Metropolitana di Firenze

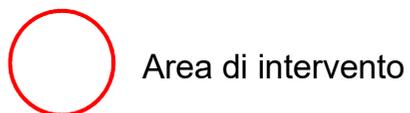
Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

**ELABORATO:**  
Carta pericolosità e rischio idraulico  
(estratto PGRA AdB Arno)

**TAVOLA 6**  
SCALA GRAFICA

Legenda:

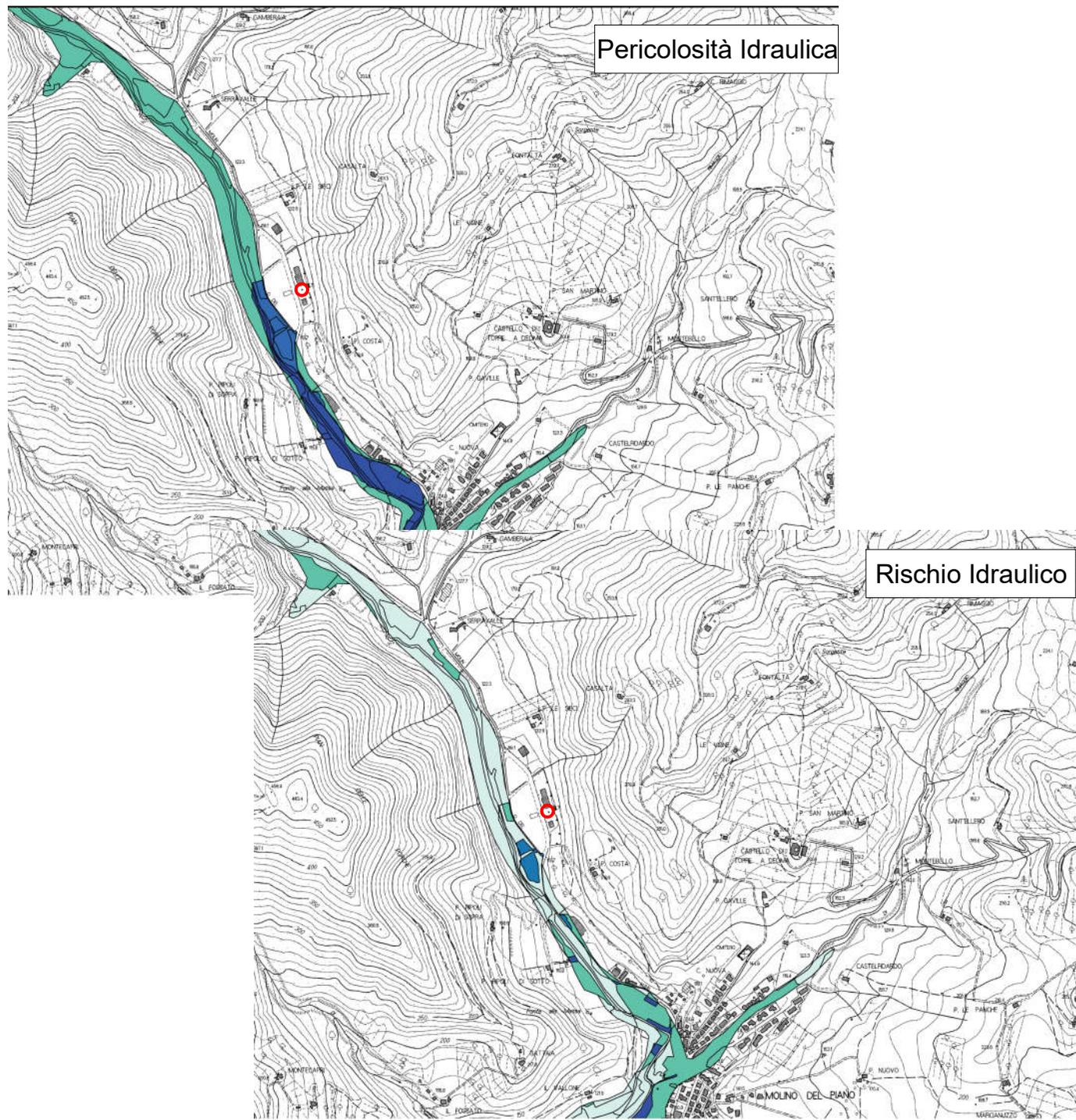


**Pericolosità Idraulica**

-  P1
-  P2
-  P3

**Rischio Idraulico**

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4



# COMUNE DI PONTASSIEVE

## Città Metropolitana di Firenze

Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

**ELABORATO:**  
**Carta geologica**  
(estratto Piano Strutturale Comune Pontassieve)

**TAVOLA 7**  
**SCALA GRAFICA**

**Legenda:**

Legenda dei simboli

-  DIREZIONE DEGLI STRATI
-  FAGLIA CERTA
-  FAGLIA INCERTA ABBASSATA
-  FAGLIA PRESUNTA
-  SOVRASCORRIMENTO CERTO
-  SOVRASCORRIMENTO PRESUNTO

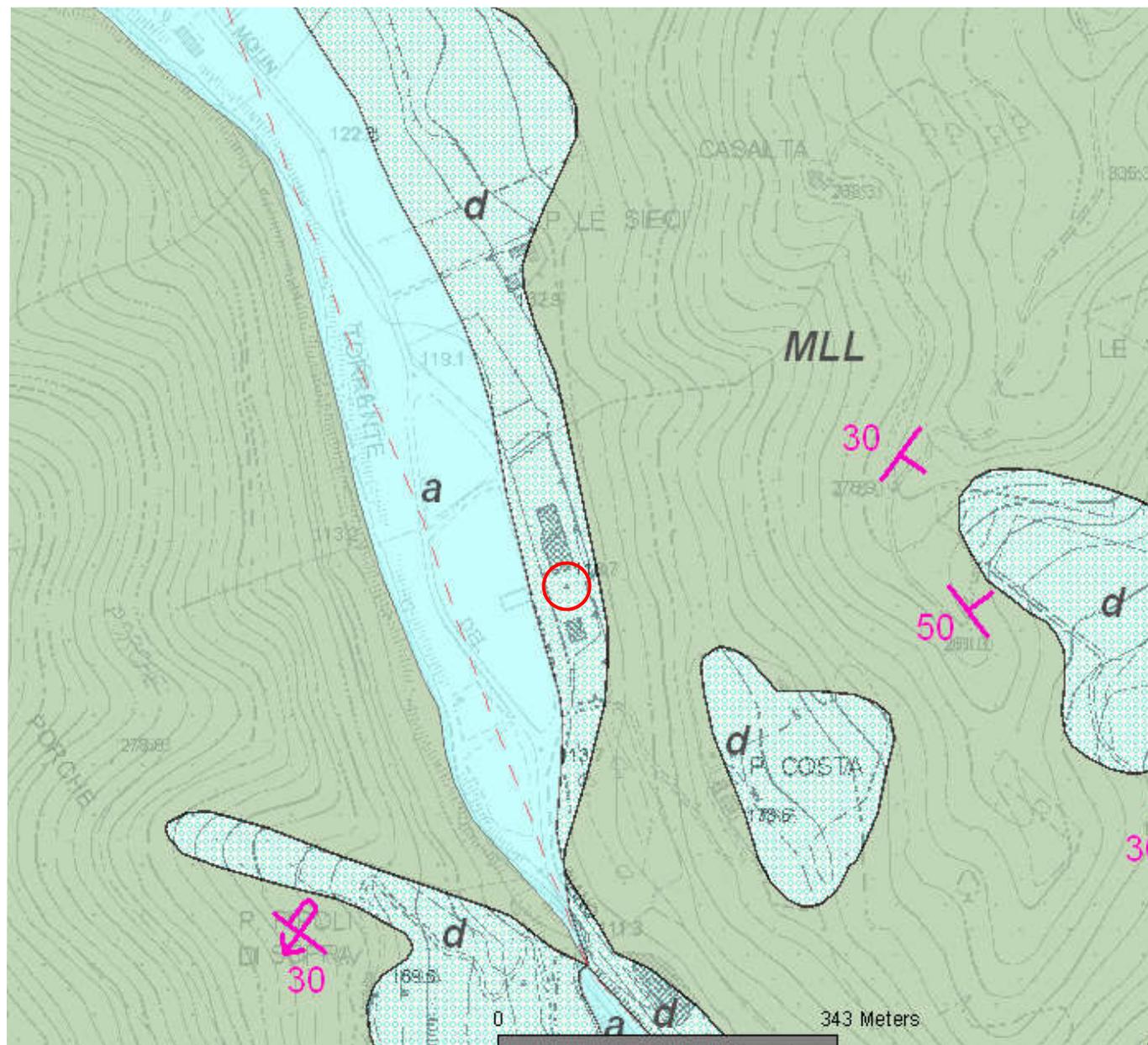
### LITOLOGIA

-  d - COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUMO-COLLUMALI
-  a - DEPOSITI ALLUVIONALI

UNITA' LIGURI - Supergruppo della calvana

-  MLL - FORMAZIONE DI MONTE MORELLO
-  SIL - FORMAZIONE DI SILLANO

 Area di intervento



# COMUNE DI PONTASSIEVE

## Città Metropolitana di Firenze

Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

ELABORATO:  
Carta geomorfologica  
(estratto Piano Strutturale Comune Pontassieve)

### TAVOLA 8 SCALA GRAFICA

#### FORME E PROCESSI DI EROSIONE IDRICA E DEL PENDIO

##### Forme di denudazione o erosione

- Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
- Orlo di scarpata in erosione
- Orlo di scarpata non in erosione
- Orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio
- Area soggetta ad erosione a calanchi
- Area soggetta ad erosione profonda
- Area soggetta ad erosione superficiale
- Area, di limitata estensione, soggetta ad erosione superficiale
- Alveo con tendenza all'approfondimento
- Solco di erosione concentrata
- Erosione laterale di sponda

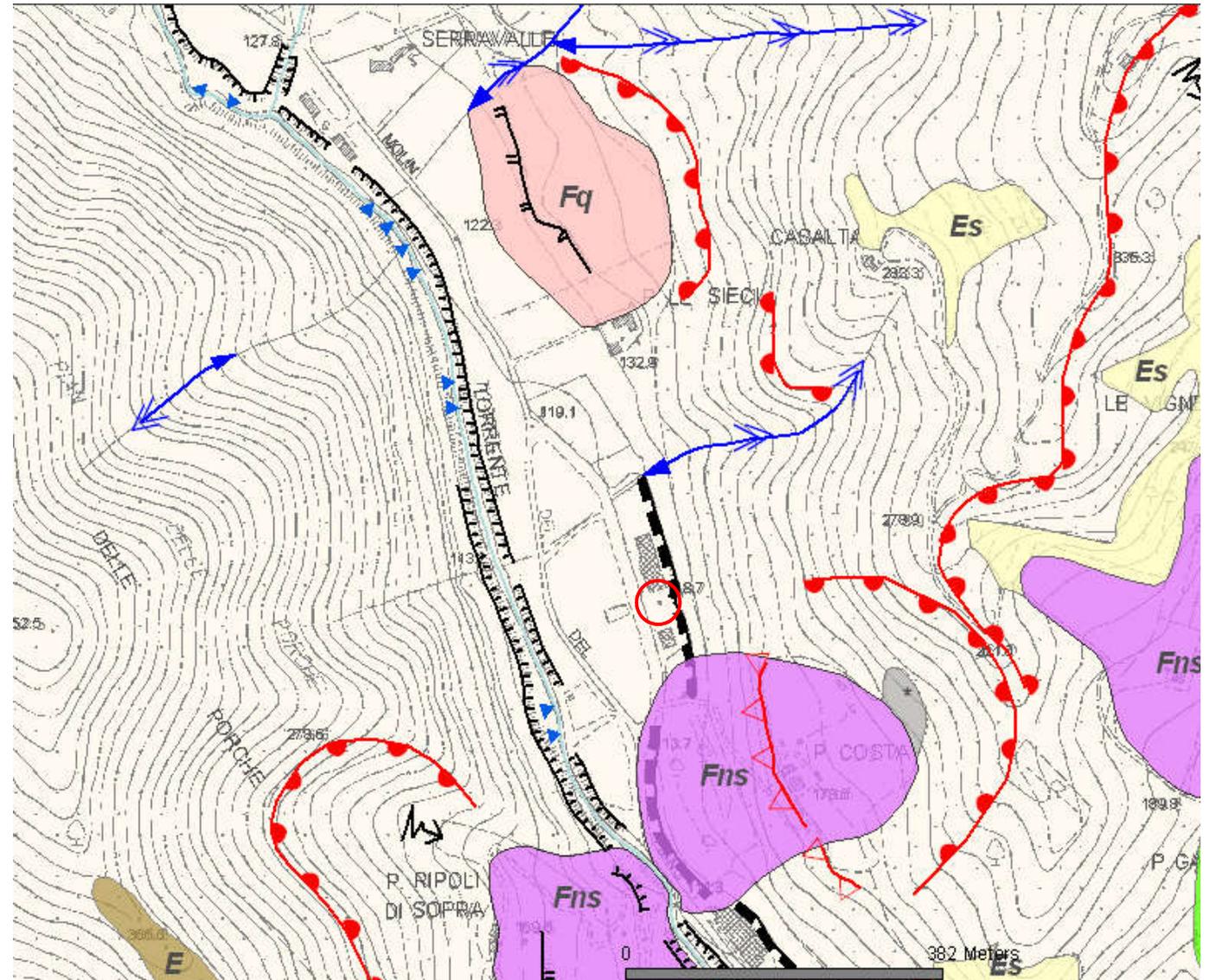
#### FORME E PROCESSI DOVUTI A GRAVITA'

##### 2.1 Forme di denudazione

- Corona di frana
- Frana di limitata estensione
- Area molto instabile per franosità diffusa
- Area instabile per soliflusso generalizzato
- Area interessata da deformazioni superficiali lente
- Soliflusso localizzato
- Reptazione

##### 2.2 Forme di accumulo e relativi depositi

- Corpo di frana attiva
- Corpo di frana quiescente
- Corpo di frana antica
- Corpo di frana artificialmente stabilizzata
- Contropendenze



**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Città Metropolitana di Firenze

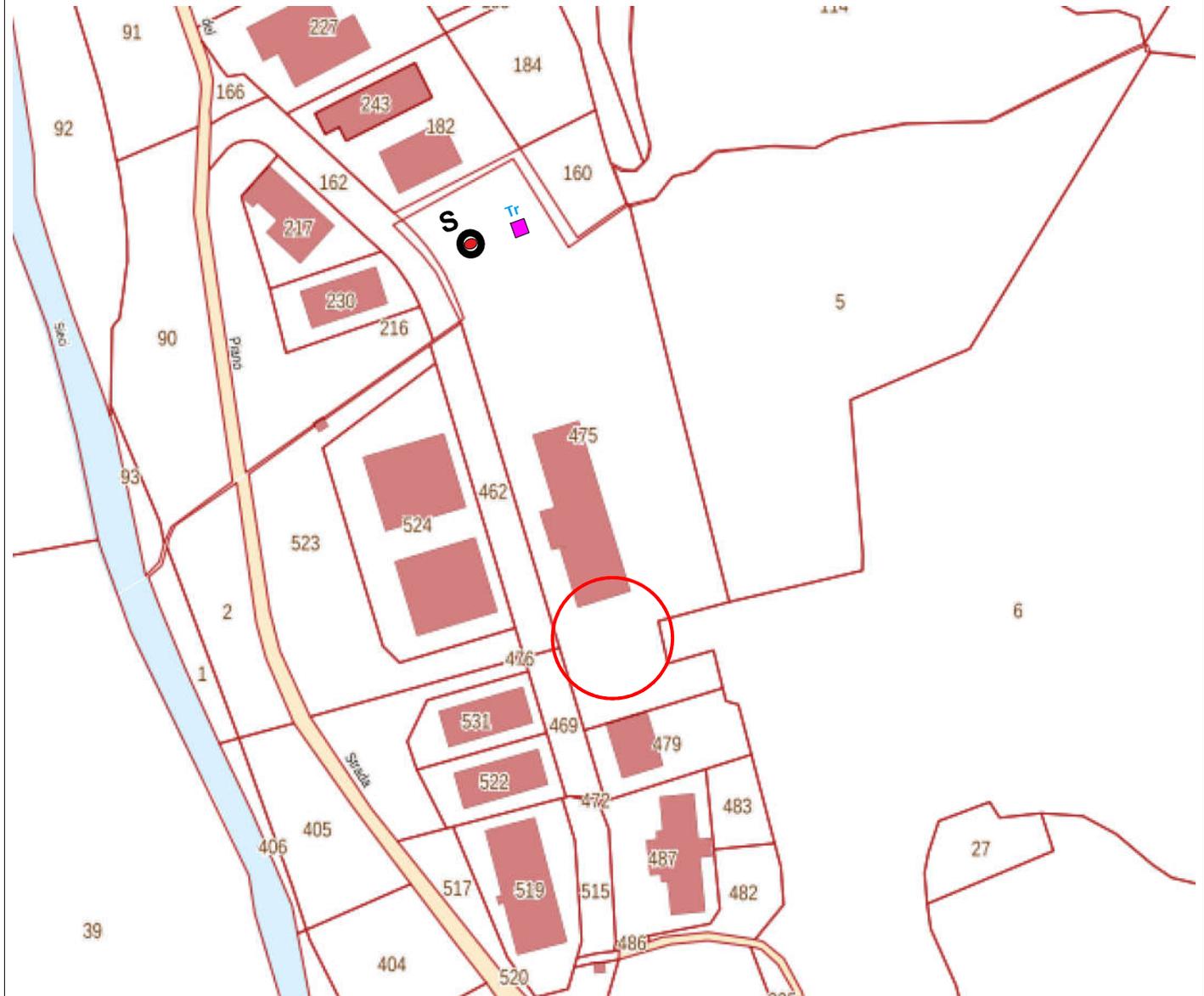
Ampliamento attività stoccaggio e trattamento  
rifiuti speciali non pericolosi recuperabili, Via di  
Serravalle, 12/14/16

Proprietà:  
MOGGI SMALTIMENTI s.r.l.

**ELABORATO:**  
Ubicazione indagini geognostiche

**TAVOLA 9**  
SCALA GRAFICA

-  Prospezione sismica con  
tromografo digitale
-  Sismica in foro - Down hole
-  Sondaggio a carotaggio  
continuo attrezzato per  
Down Hole
-  Area di intervento



**Progetto:** Ampliamento attività di stoccaggio

**Committente:** Molin del Piano - Pontassieve

**Impresa:** GEOTECNICA PALAZZI

**Data:** 25/10/2011

**Quota m s.l.m.:** 118.0

**Sondaggio:** S01

**Sonda:** Beretta T44

**Metodo di perforazione:** Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					PP		S.P.T. (m) N. colpi	R.Q.D	H <sub>2</sub> O	C	Down Hole
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cmq					
0.1		Massciata piazzale e materiale di riporto												
0.5		Calcari micritici chiari molto fratturati												
1.0		Calcari micritici chiari molto fratturati												
1.5		Sabbie medie-grossolane a tratti limose con abbondanti inclusi e frammenti di calcare marnoso, colore nocciola								2.0 20/26/13				
2.0		Sabbie medie-grossolane a tratti limose con abbondanti inclusi e frammenti di calcare marnoso, colore nocciola												
2.5		Sabbie medie-grossolane a tratti limose con abbondanti inclusi e frammenti di calcare marnoso, colore nocciola												
3.0		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone												
3.5		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone												
4.0		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone								4.0 RIF				
4.5		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone												
5.0		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone												
5.5		Cappellaccio di alterazione, silti e calcareniti fortemente alterati e fratturati in matrice sabbiosa limosa solo a tratti sostenuta, colore marrone												
6.0		Calcari e calcareniti chiari con vene di calcite												
6.5		Calcari e calcareniti chiari con vene di calcite												
7.0		Calcari e calcareniti chiari con vene di calcite												
7.5		Silti e argilliti fortemente alterate in matrice limo argillosa, colore grigio scuro, passanti da 8.0 m ad argilliti consistenti grigio scuro-verdastro												
8.0		Silti e argilliti fortemente alterate in matrice limo argillosa, colore grigio scuro, passanti da 8.0 m ad argilliti consistenti grigio scuro-verdastro												
8.5		Silti e argilliti fortemente alterate in matrice limo argillosa, colore grigio scuro, passanti da 8.0 m ad argilliti consistenti grigio scuro-verdastro												
9.0		Silti e argilliti fortemente alterate in matrice limo argillosa, colore grigio scuro, passanti da 8.0 m ad argilliti consistenti grigio scuro-verdastro												
9.5		Frammenti litici arenacei e calcarenitici in abbondante matrice sabbiosa a tratti prevalente, colore marrone. Presenza di acqua												
10.0		Frammenti litici arenacei e calcarenitici in abbondante matrice sabbiosa a tratti prevalente, colore marrone. Presenza di acqua												

Misure effettuate ma valori sempre fuori scala per la presenza costante di abbondanti inclusi lapidei



TECNICO RILEVATORE: Geol. Marcello Ghinassi

Scala 1:75

**Progetto:** Ampliamento attività di stoccaggio

**Committente:** Molin del Piano - Pontassieve

**Impresa:** GEOTECNICA PALAZZI

**Data:** 28/10/2011

**Quota m s.l.m.:** 118.0

**Sondaggio:** S01

**Sonda:** Beretta T44

**Metodo di perforazione:** Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					PP		S.P.T. (m) N. colpi	R.Q.D	H <sub>2</sub> O	C	Down Hole
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cm <sup>q</sup>					
10.5														
11.0		Siltiti e argilliti in matrice argillosa solo a tratti sostenuta colore grigio, con livelli arenitici fini rossastri a 12.4 e 13.5m												
11.5														
12.0														
12.5														
13.0														
13.5														
14.0		Calcarei micritici fortemente fratturati e alterati in matrice sabbiosa. Colore chiaro												
14.5														
15.0		Siltiti e argilliti grigio scuro con locali livelli calcarenitici e arenitici fortemente alterati												
15.5														
16.0														
16.5														
17.0														
17.5														
18.0														
18.5														
19.0														
19.5														
20.0														

Misure effettuate ma valori sempre fuori scala per la presenza costante di abbondanti inclusi lapidei

TECNICO RILEVATORE: Geol. Marcello Ghinassi

Scala 1:75

**Progetto:** Ampliamento attività di stoccaggio

**Committente:** Molin del Piano - Pontassieve

**Impresa:** GEOTECNICA PALAZZI

**Data:** 31/10/2011

**Quota m s.l.m.:** 118.0

**Sondaggio:** S01

**Sonda:** Beretta T44

**Metodo di perforazione:** Carotaggio continuo

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					PP		S.P.T. (m) N. colpi	R.Q.D	H <sub>2</sub> O	C	Down Hole
			20	40	60	80	100	(m)	Kg/cmq					
20.5		Alternanza tra livelli di clasti calcarenitici fratturati in matrice limo-sabbiosa e livelli di silti e argilliti. Presenza di acqua a circa 20,0 m												
21.0														
21.5														
22.0														
22.5														
23.0														
23.5														
24.0														
24.5														
25.0				Calcari compatti micritici fratturati										
25.5														
26.0														
26.5														
27.0														
27.5														
28.0		Silti e argilliti grigio scuro con locali livelli arenacei e calcarenitici fortemente alterate												
28.5														
29.0														
29.5														
30.0														
31.0														
			FINE SONDAGGIO											

Misure effettuate ma valori sempre fuori scala per la presenza costante di abbondanti inclusi lapidei.

TECNICO RILEVATORE: Geol. Marcello Ghinassi

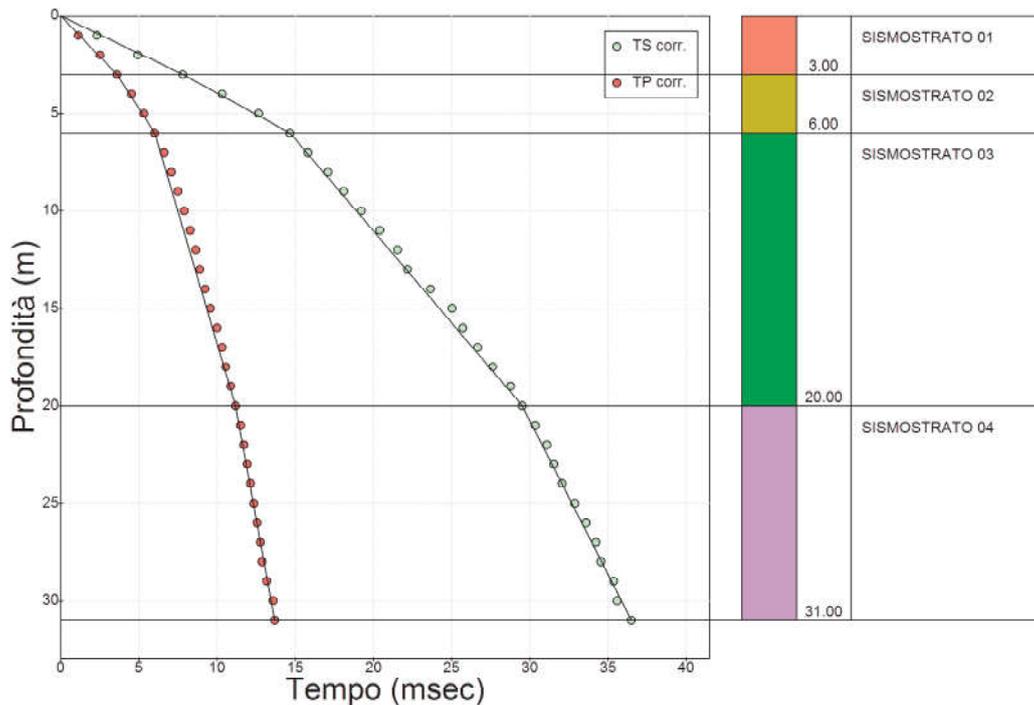
Scala 1:75



## Comune di Pontassieve (FI)

### Frazione Molin del Piano

Provincia di Firenze



**Indagini geofisiche integrate, di acquisizione e interpretazione di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)**

NOVEMBRE 2010



Enki s.r.l.  
Via Giambattista Lully 62  
50144 Firenze  
Tel 055 3247209 - Fax 055 3289276  
P.IVA 05008670480 - REA C.C.I.A.A. Firenze n. 510082  
Reg.Impr. Firenze n. 9079/2000



ENKI s.r.l.  
Società di Ingegneria Ambientale e Civile  
Via Giambattista Lully, 62 - 50144 FIRENZE  
Tel. 055.3247209 - Fax 055.3289276  
Mail: info@enki.it  
REA CCIAA FI n. 510082 - Reg. Imp. FI n. 9079/2000  
Partita IVA 05008670480





Enki s.r.l.

Via Lulli, 62  
50144 Firenze

Tel 055 3247209 – Fax 055 3289276

P.IVA 05008670480 – REA C.C.I.A.A. Firenze n. 510082

Reg.Impr. Firenze n. 9079/2000

---

## **Indagini geofisiche integrate, di acquisizione e interpretazione di misure di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)**

### **1. INTRODUZIONE**

- 1.1. Descrizione dei contenuti della relazione
- 1.2. Programmazione delle indagini geofisiche

### **2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA ATTIVA**

- 2.1. Indagine Down-hole
- 2.2. Elaborazione dati sismici - interpretazione Down-hole con il metodo diretto
- 2.3. Conclusioni

### **A. Allegato A ELABORATI GRAFICI**

- INQUADRAMENTO PLANIMETRICO
- DROMOCRONA DOWN-HOLE

### **B. Allegato B FOTOGRAFICO**

## 1 INTRODUZIONE

La corretta esecuzione di opere di ingegneria civile nel sottosuolo richiede un'attenta caratterizzazione degli orizzonti geotecnici interessati dalle suddette opere.

Tramite opportune indagini si possono infatti evidenziare i profili stratigrafici, le caratteristiche idrauliche e meccaniche del terreno e le condizioni della falda, rilevando inoltre eventuali strutture e corpi sepolti e/o sottoservizi non mappati.

Le indagini da effettuare in situ sono di due tipologie:

- **Geognostiche** (ad esempio sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo e prove penetrometriche)
- **Geofisiche.**

Le tecniche di indagini **geognostiche**, sono di tipo puntuale e restituiscono la grandezza della variabile misurata solamente nell'intorno del punto di campionamento.

Le tecniche **geofisiche**, sono invece di tipo volumetrico e non invasivo, restituiscono cioè la grandezza della variabile misurata mediata su elevati volumi di terreno.

E' evidente che ricorrendo in forma **complementare e correlata** alle diverse tecniche di indagine si ottengono notevoli vantaggi nella qualità delle informazioni ottenute sul sito investigato e nell'impiego ottimizzato di risorse economiche ed umane.

Infatti, le tecniche di indagine integrate citate sono in grado di fornire al tecnico progettista delle informazioni sulla modalità e sulla tecnica di realizzazione di opere di ingegneria civile rispetto al contesto geologico e geotecnico in cui sono inserite, permettendo a priori una valutazione della qualità dell'esecuzione dei lavori.

Le tecniche di indagine geofisiche si prefigurano quindi come un supporto informativo utilizzabile nella redazione di progetti di opere di ingegneria civile complesse nel sottosuolo.

Ai fini della **caratterizzazione litostratigrafica** di un'area la realizzazione di:

- **Prospezioni geofisiche con metodo sismico di superficie**, con tecnica ReMi e MASW, permettono di ottenere la classificazione del sottosuolo ai sensi dalla vigente normativa NCT 2008 Norme Tecniche per le Costruzione DM 14/01/2008;

- **Prospezioni geofisiche con metodo sismico in foro**, con tecnica Down-hole, permettono di ottenere la caratterizzazione geomeccanica e sismica e la classificazione del sottosuolo ai sensi della vigente normativa NCT 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2008
- **Prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori**, e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, permette di ottenere la classificazione del sottosuolo ai sensi della vigente normativa, NCT 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni ex DM 14/01/2008;
- **Prove penetrometriche**, permettono la determinazione dei principali parametri geomeccanici del terreno di dettaglio.
- **Sondaggi geognostici**, permettono di determinare le principali caratteristiche geolitologiche del sottosuolo indagato.

La campagna di prospezione geofisica può essere propedeutica all'eventuale campagna di prospezione geognostica, in modo che l'elaborazione **congiunta ed integrata** dei dati ottenuti:

- dalla serie di **acquisizione delle misure di microtremori**;
- dalla serie di **stendimenti sismici MASW e ReMi**;
- dalle indagini di tipo **Down-hole**
- dalle eventuali **indagini dirette geognostiche** quali prove penetrometriche;

permetta così la:

- Ricostruzione del **profilo litostratigrafico** con individuazione del **bedrock** di riferimento sismico;
- **Parametrizzazione** del comportamento meccanico dei terreni in termini di velocità di onde sismiche  $V_p$  e  $V_s$ ;
- **Caratterizzazione geotecnica** dei terreni e delle rocce presenti in sito
- **Comportamento frequenziale** dei terreni e degli edifici indagati.

L'utilizzo correlato delle tecniche di prospezione geofisiche integrate, con eventuali indagini geognostiche sopra indicate, permette di superare le problematiche che normalmente sorgono operando in ambienti in cui sono molto forti i disturbi e le problematiche per l'acquisizione di parametri descrittivi del sottosuolo; normalmente infatti

**Indagini geofisiche, di acquisizione e interpretazione di misure di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)**

per ottenere indicazioni attendibili che permettano la caratterizzazione del sottosuolo è necessario acquisire i dati in maniera multiparametrica e multistrumentale, ricorrendo a diverse tecniche di prospezione e di indagine.

### **1.1 Descrizione dei contenuti della relazione**

La presente relazione illustrerà la metodologia, la strumentazione utilizzata ed i risultati ottenuti con la campagna di prospezione geofisica sismica integrata, a supporto della caratterizzazione geomeccanica e sismica del sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)

In particolare l'indagine ha riguardato il sottosuolo interessato da diversi tipi di intervento, e ha permesso:

- Caratterizzare le aree dal punto di vista geomeccanico;
- Classificare il sottosuolo dal punto di vista sismico relativamente alla classificazione attuale e determinata ricorrendo alla pubblicazioni allegate alle N.T.C. 2008;

Nei capitoli successivi, verranno riportati i risultati della campagna di prospezione geofisica, in particolare con riferimento alle tecniche di acquisizione Down-Hole e all'analisi ed interpretazione dei dati acquisiti.

### **1.2 Programmazione delle indagini geofisiche**

In base alle indicazioni ricevute e al sopralluogo effettuato, ed in ragione del particolare e specifico contesto geomorfologico e alla struttura dell'edificio, è stato deciso di realizzare la seguente campagna di indagini:

- esecuzione di 1 campagna di acquisizione in foro dei dati sismici di tipo Down-hole, relativamente ai primi arrivi delle onde Vp e Vs, con passo di 1 metro e fino alla profondità di 31 m dal p.c., con posizione come riportato in allegato A.

## 2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA ATTIVA

Ai fini di una completa caratterizzazione sismica dell'area indagata, la campagna di acquisizione dei dati Down-Hole ha previsto l'acquisizione dei tempi di arrivo sia delle onde  $V_p$  che delle onde  $V_s$ , al fine di determinare un modello monodimensionale verticale di velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  e delle onde di taglio  $V_s$ .

### 2.1 Indagine Down-hole

La metodologia di indagine Down-Hole, è impiegata nel campo della ingegneria geotecnica ed è utilizzata essenzialmente per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde P e delle onde S nei materiali attraversati dal foro d'indagine.

Lo scopo principale è di determinare l'andamento delle velocità e quindi dei moduli dinamici e del coefficiente di Poisson di tali materiali in funzione della profondità.

I rilievi consistono infatti nella misura dei tempi di percorso che le onde elastiche (P ed S), generate in un punto in superficie vicino alla bocca-foro, impiegano per raggiungere uno o più geofoni posti nel foro a profondità diverse.

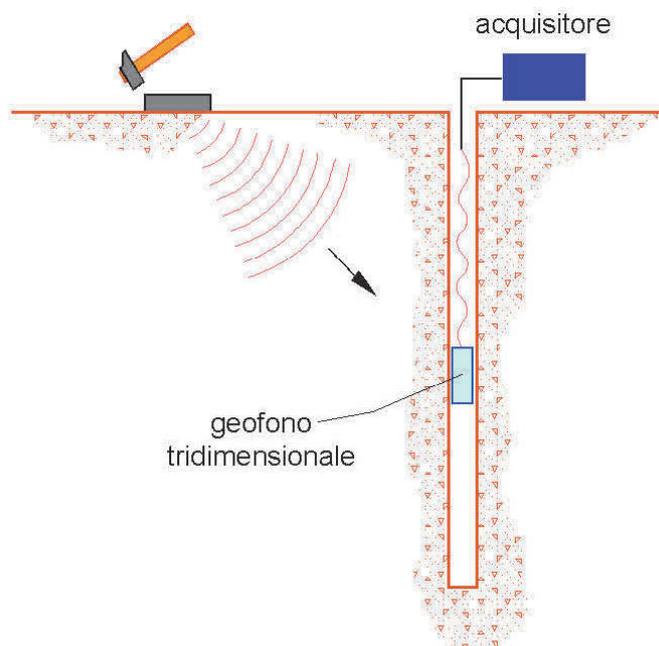


Fig. 2.1-1: Tecnica di acquisizione Down-hole a singolo geofono

La misura dei tempi di percorso è effettuata mediante un'apparecchiatura di acquisizione di segnali sismici digitale, adottando di norma la tecnica di "stacking" dei segnali rilevati per aumentare il rapporto segnale/rumore.

Il geofono nel foro è spostato tra una misura e l'altra di una quantità fissa, normalmente pari a 1 m.

Tradizionalmente i passi di elaborazione di indagini VSP o down-hole per indagini geotecniche consistono in:

- lettura dei tempi di arrivo;
- calcolo e rappresentazione delle dromocrone tempi-distanze fra punto di energizzazione e sensori;
- calcolo delle velocità di intervallo;
- eventuale calcolo e rappresentazione del coefficiente di Poisson o dei moduli elastici dinamici.

La lettura del tempo di arrivo viene effettuata tramite picking manuale su personal computer, e note le profondità di misura vengono calcolate le coordinate dei punti di ricezione e quindi le distanze dal o dai punti di energizzazione.

Viene quindi rappresentato l'andamento dei tempi in funzione delle distanze (dromocrone) od in alternativa l'andamento dei tempi in funzione della profondità lungo il foro.

Le prove Down-Hole sono state eseguite nel foro eseguito presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve, con profondità d'indagine, relativa al piano campagna, di **31 m** e passo di misura di 1 m per le onde P e per le S.

L'energizzazione è stata effettuata battendo una mazza strumentata contro un apposita piastra in ferro infissa nel terreno e posta ad una distanza **4 m** dal foro.

Per la definizione esatta dell'istante di energizzazione è stato utilizzato un dispositivo di trigger fissato direttamente sulla mazza battente.

Per le onde P l'energizzazione è stata ottenuta battendo in senso verticale, mentre le onde S sono state generate battendo lateralmente ad entrambe le estremità della piastra orientata perpendicolarmente al raggio uscente dal foro.

Per ogni profondità di misura si sono registrati i segnali generati con battute nei due versi opposti. In questo modo si sono ottenuti oscillogrammi S con segnali in controfase, condizione questa indispensabile per riconoscere l'inversione dei segnali e quindi per ottenere un'accurata individuazione dei tempi di primo arrivo delle onde S.

Per la ricezione delle onde P ed S, è stato utilizzato un geofono tridimensionale Geospace da 10 Hz, dotato di dispositivo di aggancio pneumatico per il fissaggio alle pareti del foro.

I dati sono stati registrati mediante un acquisitore sismico DMT COMPACT a 24 canali con 24 bit di precisione nella conversione A/D equipaggiato con un geofono

tridimensionale a frequenza naturale di 10 Hz, ed utilizzando 3 canali per il geofono tridimensionale.

Il sistema permette l'acquisizione, la visualizzazione e la memorizzazione dei segnali oltre all'applicazione di operazioni di "stack" del segnale per ottenere, quando necessario, un miglioramento del rapporto segnale/rumore.

L'acquisizione è stata effettuata utilizzando un passo di campionamento di **1/16 ms** (16 kHz) e un tempo di acquisizione pari a **256 ms** (4096 campioni) per entrambi i segnali generati P e S.

## 2.2 Elaborazione dati sismici - interpretazione in down-hole con il metodo diretto

Per poter interpretare i dati della indagine Down-hole con il metodo diretto, preliminarmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

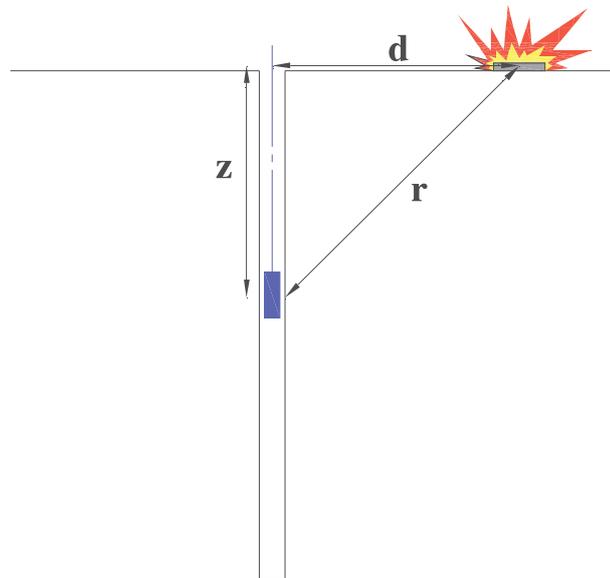


Fig. 2.2-1: Elaborazione di Down-hole con metodo diretto

Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro,  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{\text{corr}}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

1) Correzione tempi di arrivo:

$$1.0) \quad t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{\text{corr}} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

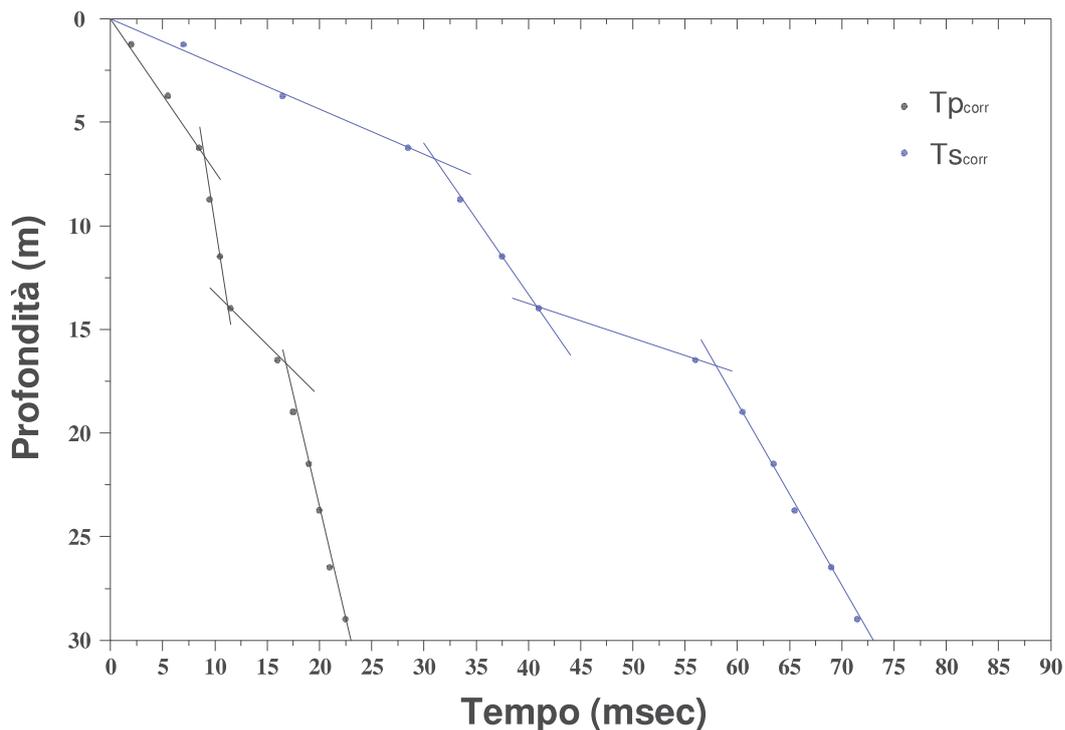


Fig. 2.2-2: Elaborazione di Down-hole con metodo diretto - Dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

2) coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

3) modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

4) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

5) modulo di Young medio:

$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

6) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

Con il metodo dell'intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica vengono interpretati, elaborando e quantificando anche i tempi di arrivo fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità.

Tale metodo è utilizzabile anche quando si dispone di un solo ricevitore, per cui i valori di velocità determinati vengono definiti di *pseudo-intervallo*, consentendo comunque una migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico, con la formula seguente:

$$7.0) V_{p,s} = \frac{Z_2 - Z_1}{t_{2\text{corr}} - t_{1\text{corr}}}$$

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

Il metodo intervallo presenta però dei limiti:

- non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- non è applicabile nel caso in cui  $t_{2corr} < t_{1corr}$ .

I tempi dei primi arrivi vengono determinati graficamente e in modalità comparativa, graficando i sismogrammi delle onde P e i sismogrammi delle onde S, per quest'ultimi si grafica sia la battuta destra S1 che la battuta sinistra reciproca S2.

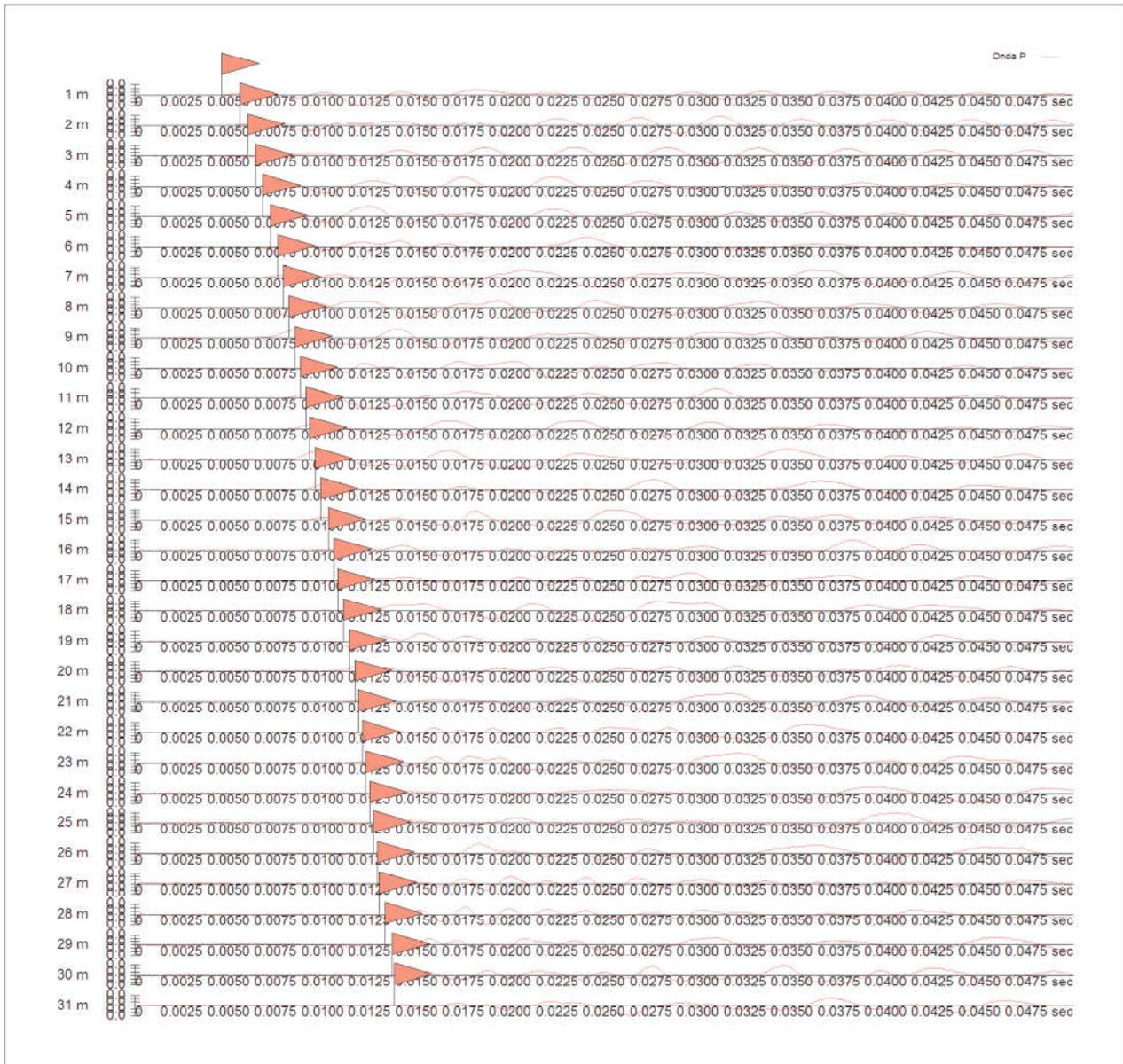


Fig. 2.2-3: Elaborazione dati Down-hole con metodo diretto – Grafico comparativo primi arrivi Vp

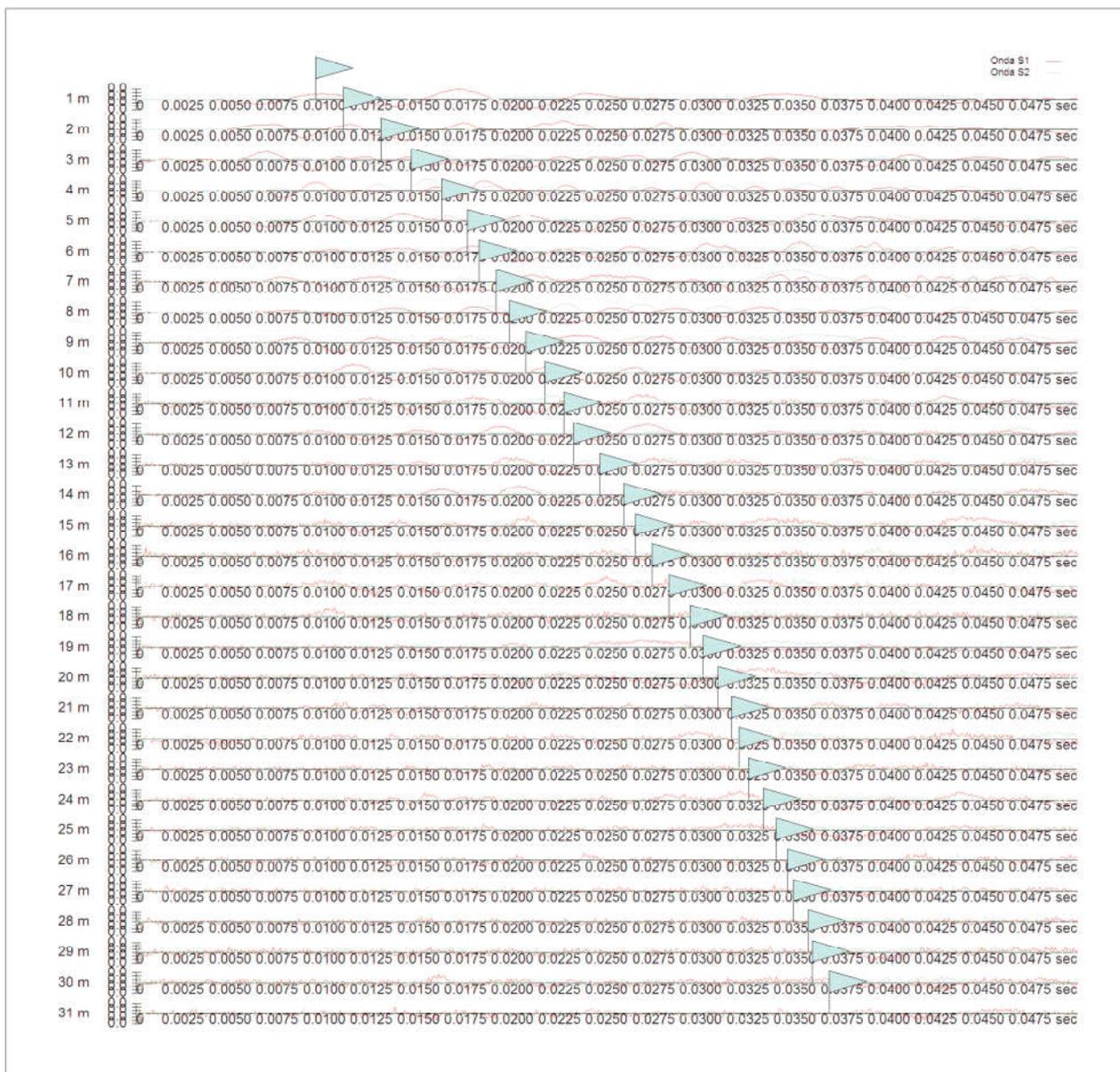


Fig. 2.2-4: Elaborazione dati Down-hole con metodo diretto – Grafico comparativo primi arrivi Vs

Tab. 2.2-1: Layout geometrico Down-hole

Offset scoppio (m)	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono (m)	Interdistanza (m)
4	31	1	1

Tab. 2.2-2: Tempi primi arrivi Down-hole

Registrazione Nr.	Z (m)	Tp (msec)	Ts (msec)
1	1.00	4.6	9.5
2	2.00	5.6	11
3	3.00	6	13
4	4.00	6.4	14.6
5	5.00	6.8	16.2
6	6.00	7.2	17.6
7	7.00	7.6	18.2
8	8.00	7.9	19.1
9	9.00	8.2	19.8
10	10.00	8.5	20.7
11	11.00	8.8	21.7
12	12.00	9.1	22.7
13	13.00	9.3	23.2
14	14.00	9.6	24.6
15	15.00	9.9	25.9
16	16.00	10.3	26.5
17	17.00	10.6	27.4
18	18.00	10.8	28.3
19	19.00	11.1	29.4
20	20.00	11.4	30.1
21	21.00	11.7	30.9
22	22.00	11.9	31.6
23	23.00	12.1	32
24	24.00	12.3	32.5
25	25.00	12.5	33.3
26	26.00	12.7	34
27	27.00	12.9	34.6
28	28.00	13	34.9
29	29.00	13.3	35.7
30	30.00	13.7	35.9
31	31.00	13.8	36.8

Tab. 2.2-3: Tempi primi arrivi Down-hole corretti per fattore geometrico

SR (m)	Tpcorr (msec)	Tscorr (msec)
4.1231	1.1157	2.3041
4.4721	2.5044	4.9194
5.00	3.60	7.80
5.6569	4.5255	10.3238
6.4031	5.3099	12.6501
7.2111	5.9908	14.6441
8.0623	6.5986	15.802
8.9443	7.066	17.0836
9.8489	7.4933	18.0935
10.7703	7.8921	19.2195
11.7047	8.2702	20.3935
12.6491	8.633	21.5351
13.6015	8.8887	22.1741
14.5602	9.2306	23.6535
15.5242	9.5657	25.0255
16.4924	9.9925	25.7088
17.4643	10.3182	26.6716
18.4391	10.5428	27.6261
19.4165	10.8619	28.7694
20.3961	11.1786	29.5155
21.3776	11.4934	30.3543
22.3607	11.7081	31.0903
23.3452	11.9211	31.5268
24.3311	12.1326	32.0578
25.318	12.343	32.8818
26.3059	12.5523	33.6046
27.2947	12.7607	34.2264
28.2843	12.8693	34.5492
29.2746	13.1753	35.3652
30.2655	13.5798	35.5851
31.257	13.6865	36.4974

Tab. 2.2-4: Sismogrammi invertiti con metodo diretto

Descrizione (-)	Profondità (m)
SISMOSTRATO 01	3
SISMOSTRATO 02	6
SISMOSTRATO 03	20
SISMOSTRATO 04	31

Tab. 2.2-5: Parametri geotecnici medi ottenuti con metodo diretto

Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
833.33	384.62	21.29	0.36	321.16	1507.67	876.55	1079.46
1255.23	438.6	21.7	0.43	425.71	3486.8	1217.92	2919.19
2697.5	940.86	23.33	0.43	2105.77	17309.44	6025.66	14501.74
4382.47	1575.93	25.09	0.43	6353.02	49129.64	18115.53	40658.95

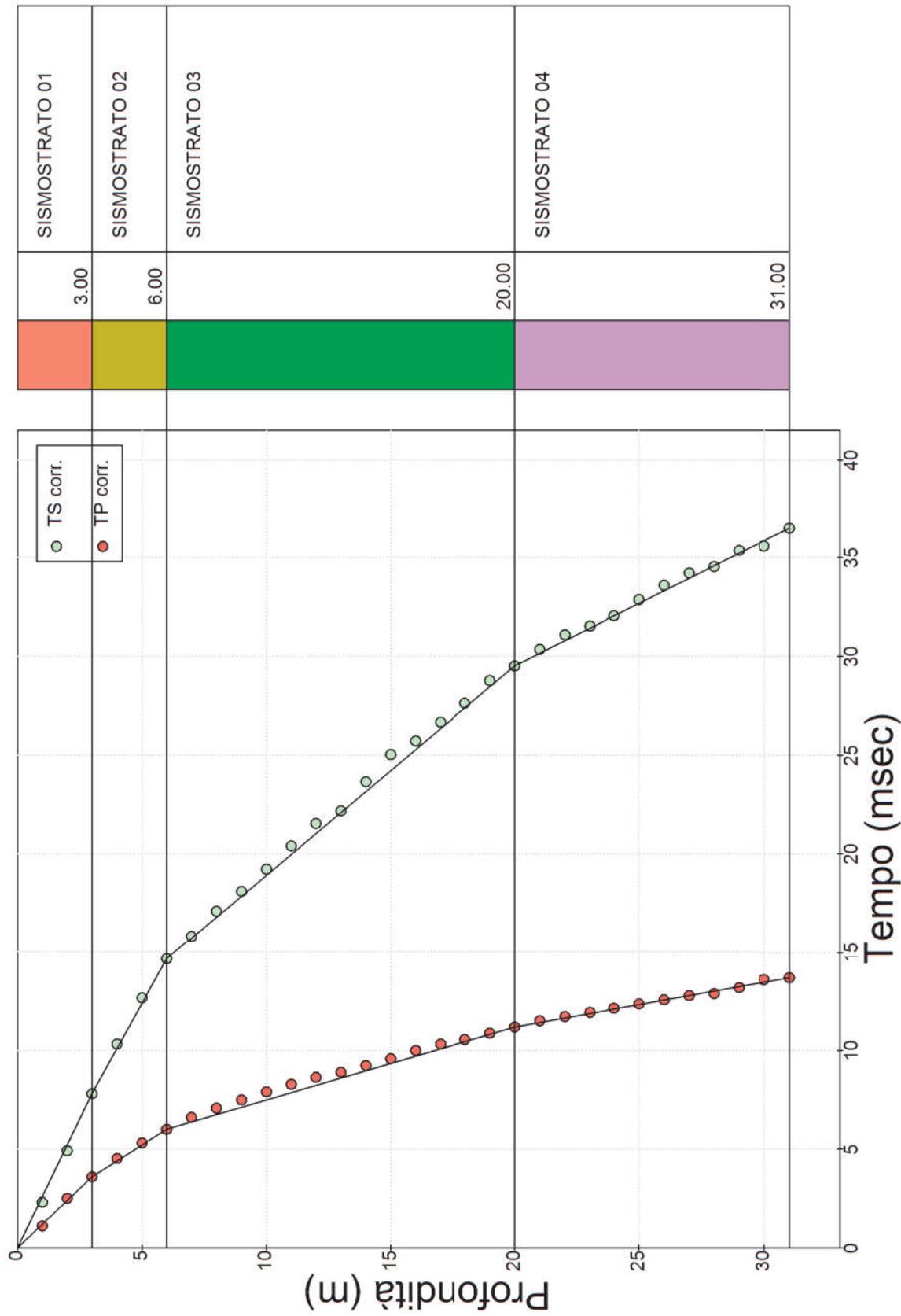


Fig. 2.2-5: Dromocrona ottenuta con metodo diretto

L'elaborazione dei dati permette di determinare un profilo monodimensionale delle velocità di strato delle onde sismiche, che permette di ovviare alle problematiche presenti nella modellazione diretta, per cui sono insite delle ambiguità interpretative circa lo spessore e velocità dello strato nel senso che lo stesso risultato può essere ottenuto con diversi modelli valendo un principio di equivalenza.

Il parametro determinabile univocamente è infatti rappresentato dal valore del prodotto di spessore e velocità.

Ai fini della determinazione del parametro Vs30 questo non rappresenta una limitazione infatti tale parametro rappresenta proprio la media della velocità delle onde di taglio sui primi 30 m di profondità ed è dato dalla (1):

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore 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 primi 30 metri di profondità.

I risultati dei processi di inversione ed interpretazione, dei dati sismici acquisiti con la Down-hole, ha prodotto delle curve di velocità, come di seguito riportato.

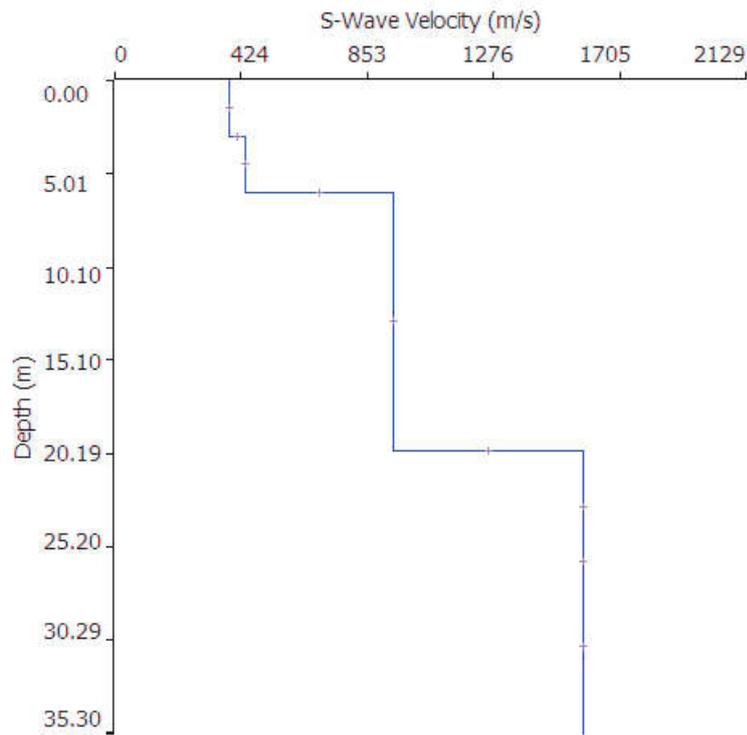


Fig. 2.2-6: Profilo di velocità monodimensionale onde S PROFILO DH01.

Tab. 2.2-6: RIEPILOGO CALCOLO Vs30

INDAGINE	Vs30 [m/s]	CATEGORIA SOTTOSUOLO
DH01 MOLIN DEL PIANO	836	<b>B</b>

## 2.3 CONCLUSIONI

Le misure effettuate con tecnica in foro Down-hole hanno consentito di ottenere delle informazioni sulla stratificazione acustico-elastica del sottosuolo ed in particolare hanno permesso di stimare il profilo verticale delle onde di taglio ( $V_s$ ) nei primi 30 m di profondità.

L'area oggetto di indagine, ubicata presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve rientra nella zona sismica 3S ai sensi della vigente normativa regionale.

I valori del parametro  $V_{s30}$ , determinati con l'elaborazione dei vari dati sismici sono risultati pari a:

Tab. 2.3-1: RIEPILOGO CALCOLO  $V_{s30}$

INDAGINE	$V_{s30}$ [m/s]	CATEGORIA SOTTOSUOLO
DH01 MOLIN DEL PIANO	836	<b>B</b>

Dall'analisi dei profili della velocità delle onde di taglio, i terreni indagati si possono definire terreni di tipo B perché hanno una  $v_{s30}$  superiore a 800 m/s e quindi caratteristica dei terreni di tipo A, ma la presenza di uno strato di alterazione superficiale superiore a 3 m li fa ricadere nella categoria B.

Quindi i terreni residue delle opere nelle aree oggetto di studio possono essere definiti principalmente come

- **sottosuolo di categoria B** - 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  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $Cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

In questi suoli il fattore  $S$ , relativo al profilo stratigrafico del suolo di fondazione risulta essere pari a  $S = S_s * S_T$ .

Dove  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, desumibile dalla Tab. 3.2.V delle NCT2008 in base al tempo di ritorno assegnato in funzione della tipologia ed importanza dell'opera progettata.

Dove  $S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, desumibile dalla Tab. 3.2.VI e indicato nella relazione geologica.

Indagini geofisiche integrate, di acquisizione e interpretazione di misure di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)

# **ALLEGATO A**

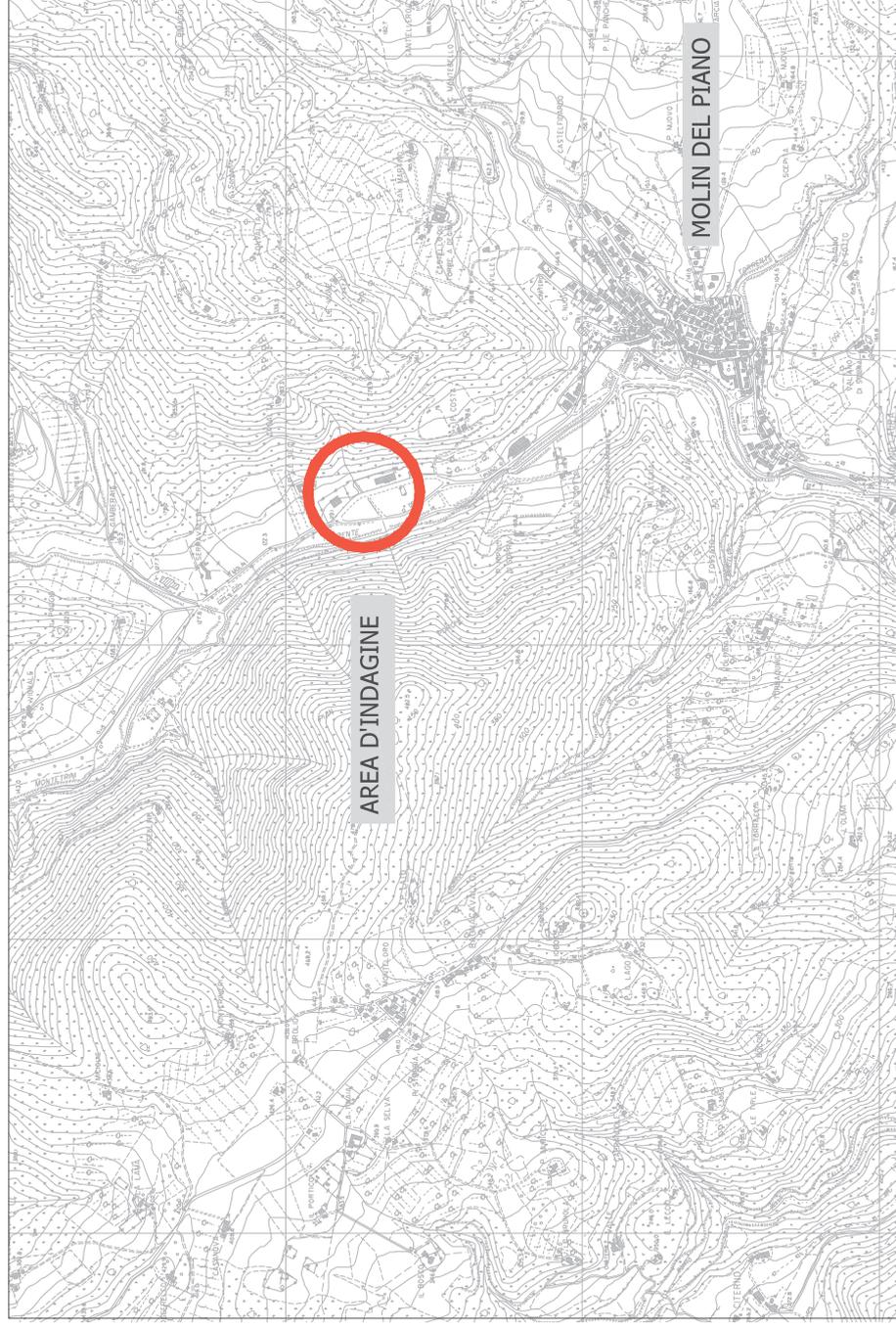
## **INQUADRAMENTO GENERALE**

## **DROMOCRONE DOWN - HOLE**

Indagini geofisiche integrate, di acquisizione e interpretazione di misure di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)

**All. A Tav. A01**

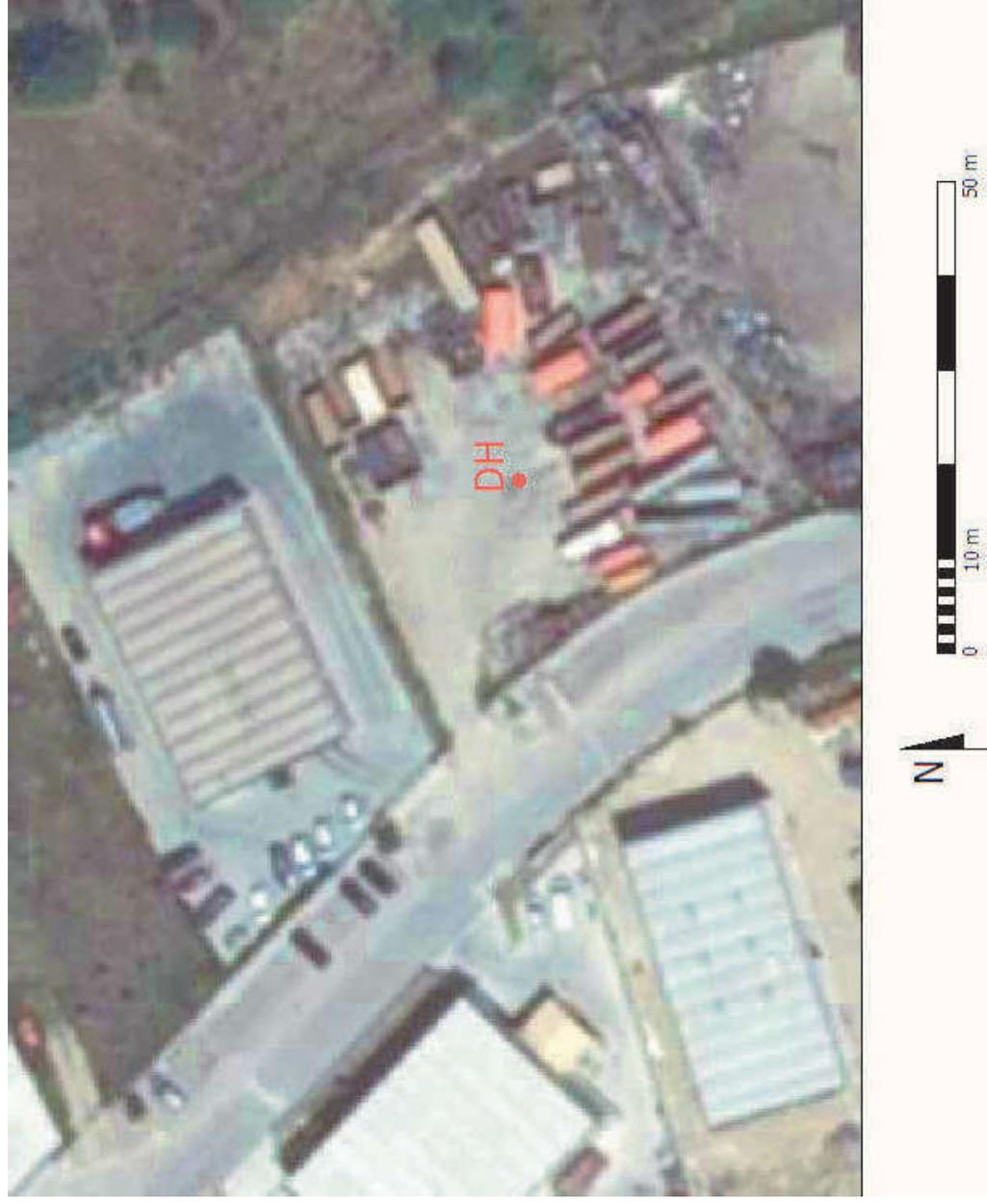
**INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO GENERALE scala 1:25.000**



Indagini geofisiche integrate, di acquisizione e interpretazione di misure di sismica attiva, di supporto alla caratterizzazione geomeccanica e sismica di sottosuolo presso frazione Molin del Piano, comune di Pontassieve (FI)

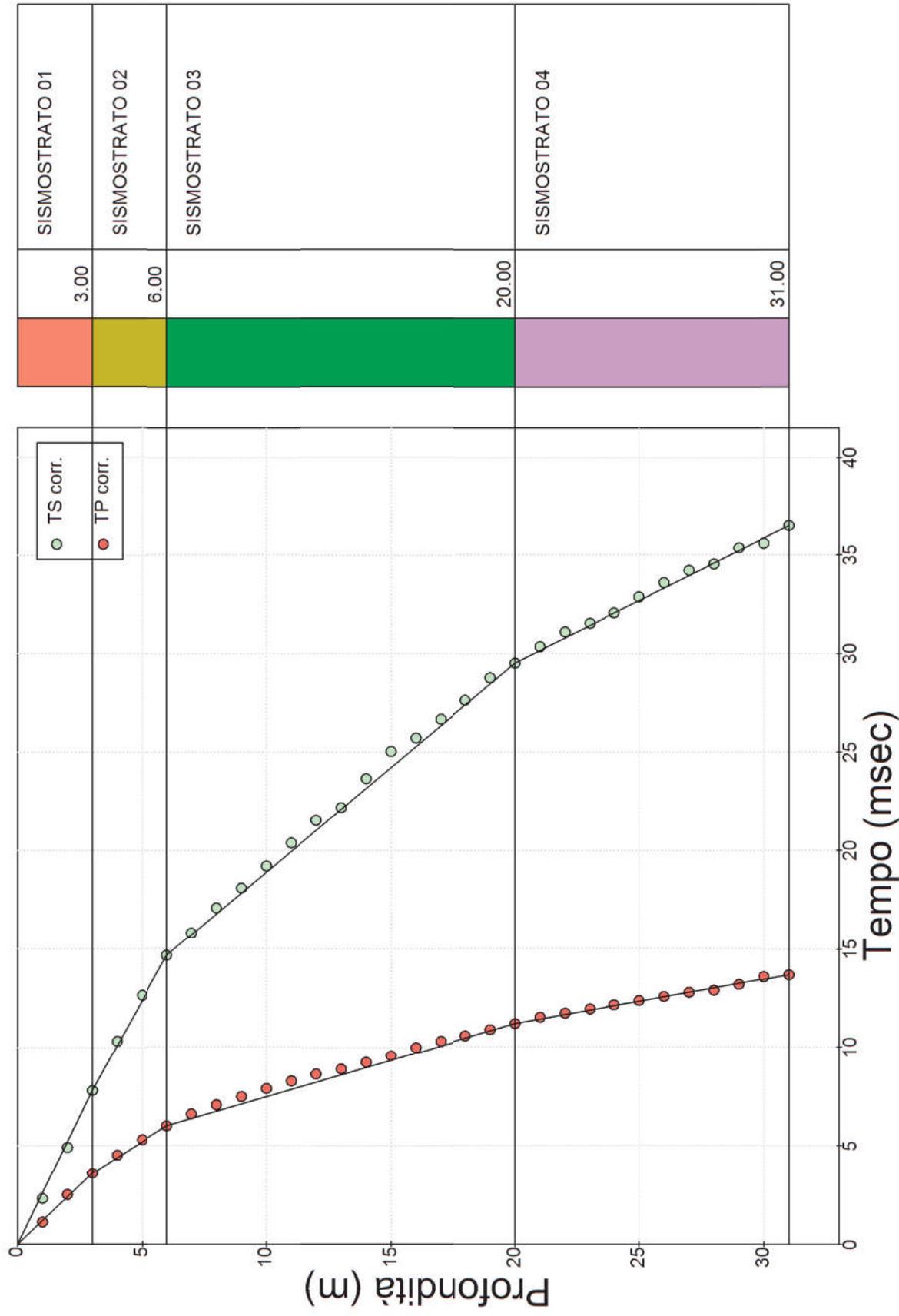
**All. A Tav. A02**

**INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DI DETTAGLIO**



**All. A Tav. A03**

**DROMOCRONE DH01**



## ALLEGATO B

### FOTOGRAFICO



Foto 1: Misura down-hole DH01

## MOLIN DEL PIANO, MOLIN DEL PIANO TR PIAZZALE

Instrument: TEP-0039/01-09

Start recording: 10/11/11 14:09:02 End recording: 10/11/11 14:25:03

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; Y+ Y-; X+ X-; Z+ Z-  
GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 69% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

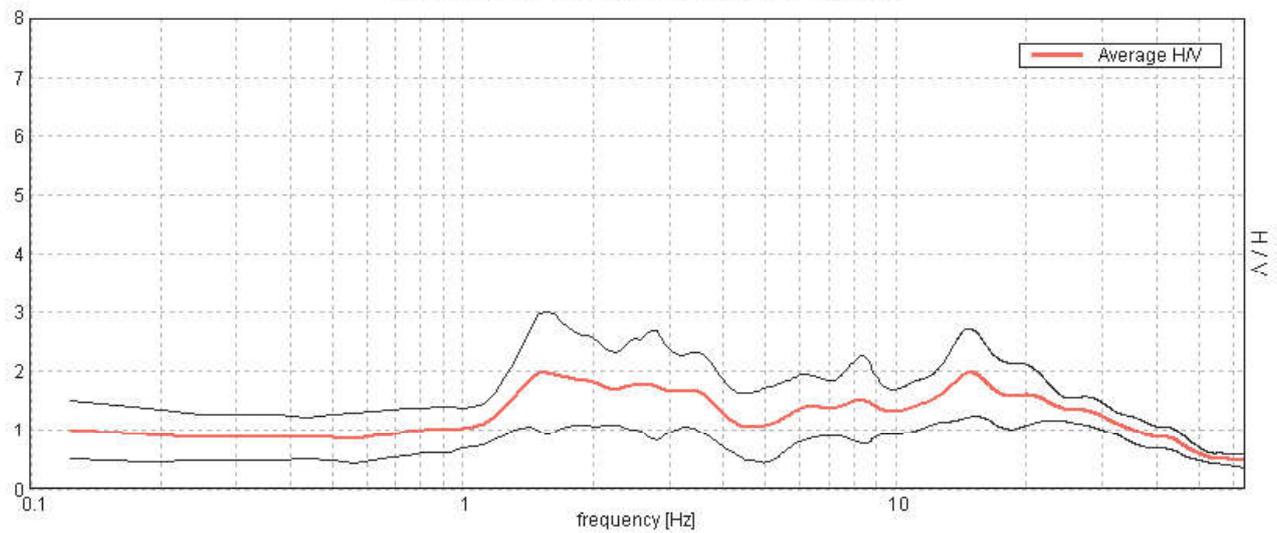
Window size: 15 s

Smoothing window: Triangular window

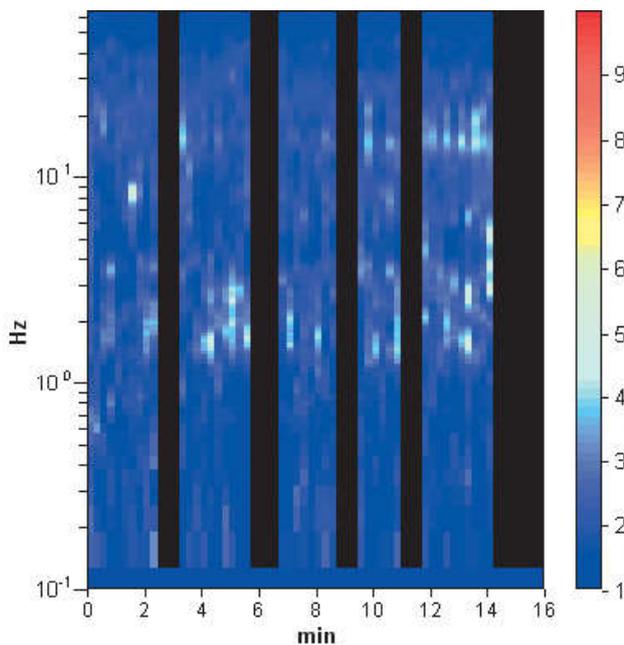
Smoothing: 15%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

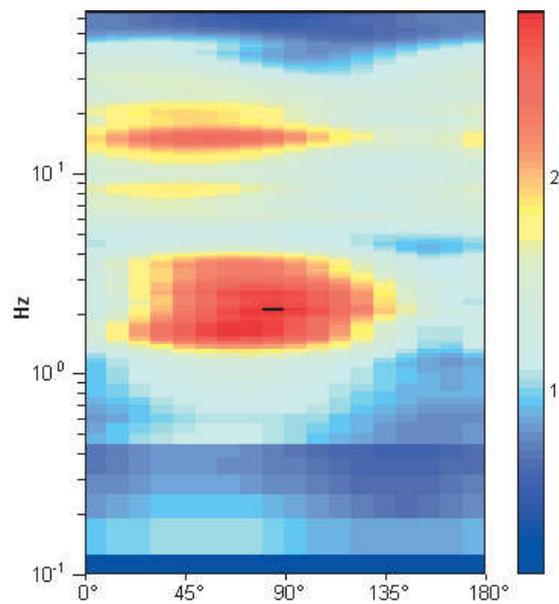
Max. H/V at  $14.94 \pm 3.61$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz)



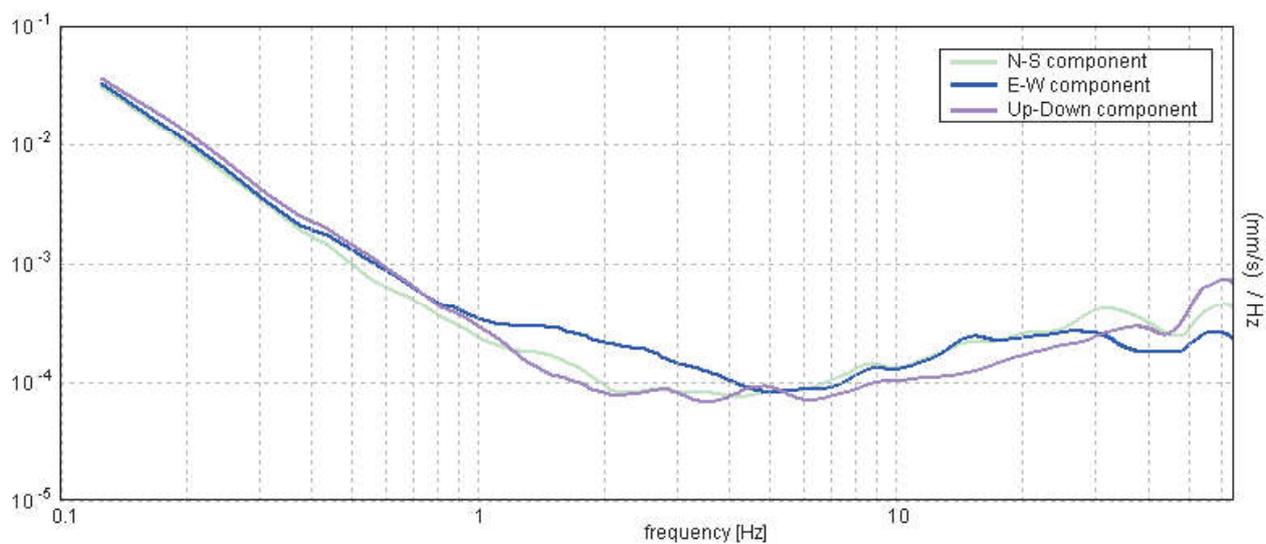
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 14.94 ± 3.61 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	14.94 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9858.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 360 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	35.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.98 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.11848  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.76987 < 0.74688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3639 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20