

---

---

## Comune di Calcinaia (PI)

---

---

Relazione Geologica per variante Piano Attuativo e contestuale variante al Regolamento Urbanistico per alcuni terreni ubicati lungo via dei Girasoli località Oltrarno, comune di Calcinaia (PI).



*D.P.G.R. 53/R 2011*

---

---

Committenza: CONSORZIO DELLE CASE BIANCHE



**Geologo:**  
**Dott. Caterina Della Longa**  
Via Luigi Pirandello, 12/B  
56031 Bientina (PI)  
e-mail: [geol.dellalonga@gmail.com](mailto:geol.dellalonga@gmail.com)

---

---

16 GENNAIO 2018

## INDICE

- 1.Premessa
- 2.Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico
- 3.Sintesi delle normative e dei piani territoriali vigenti
- 4.Caratterizzazione geomorfologica-geotecnica
- 5.Caratterizzazione Sismica del sito oggetto di Variante Piano Attuativo
- 6.Determinazione delle classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011
- 7.Determinazione delle classi di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011
- 8.Valutazioni sulla regimazione delle acque meteoriche

## ALLEGATI

- Estratto di mappa catastale, in scala 1:2.000
- Corografia generale, in scala 1:10.000
- Carta geologica, in scala 1:10.000
- Carta delle indagini geognostiche, in scala 1:10.000
- Carta idrogeologica e delle fonti di approvvigionamento idropotabile, in scala 1:10.000
- Carta del reticolo idrografico e delle problematiche idrauliche, in scala 1:10.000
- Carta del Piano di Gestione Rischio Alluvioni - Autorità di Bacino del Distretto Appennino Settentrionale, in scala 1:10.000
- Carte della Pericolosità Geomorfologica, Idraulica e Sismica locale e delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) del Piano Strutturale, in scala 1:10.000
- Carta delle frequenze fondamentali, in scala 1:10.000

Cartografie sviluppate per la Variante Piano Attuativo:

- Carta Geolitologica ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 regolamento di attuazione dell'art. 62 L.R. 1/2005
- Carta della Pericolosità Geomorfologica ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 regolamento di attuazione dell'art. 62 L.R. 1/2005
- Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 regolamento di attuazione dell'art. 62 L.R. 1/2005
- Carta della Pericolosità Sismica ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011 regolamento di attuazione dell'art. 62 L.R. 1/2005

Elaborati indagini:

- Indagine dei dati di base allegati al PS comunale CPT n°272
- Indagini della banca dati geognostici regionale CPT n°152, 5574 e SO n°2621
- Indagini sismiche allegate al PS comunale ST n°1, Tromo n° 9, 10 e MWn°5
- Indagine sismica di tipo masw S1



## **1.Premessa**

La presente relazione è stata redatta ai sensi della L.R. N°1/2005 art. 62 e del D.P.G.R. n°53R/2011 per la richiesta di Variante Piano Attuativo e contestuale Variante al Regolamento Urbanistico comunale inerente alcuni terreni ubicati lungo via dei Girasoli, in frazione Oltrarno del comune di Calcinaia (PI).

Nel presente documento vengono esaminate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, sismiche, idrogeologiche e idrauliche dell'area e le eventuali problematiche connesse sulla base delle conoscenze disponibili e delle indagini esistenti nella zona, per giungere alla determinazione delle condizioni di pericolosità e fattibilità in base a quanto disposto dalla normativa vigente sopra citata.

## **2.Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico**

L'area in oggetto è individuabile nella Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000 nella sezione 273120; la zona si trova a sud del centro storico di Calcinaia poco oltre l'attraversamento del fiume Arno e circa 1 km più "a valle" dall'innesto dello Scolmatore dell'Arno, nei terreni interni all'ansa con cui il fiume contorna frazione di Oltrarno.

Quest'area è caratterizzata da un sviluppo edilizio con realizzazione di fabbricati soprattutto abitativi nella porzione nord, tendenzialmente più commerciale nella porzione sud di Oltrarno, su entrambi i lati della principale via di comunicazione che collega Calcinaia a Pontedera, via Papa Giovanni XXIII. L'incremento abitativi ha poi comportato anche la necessità realizzazione di una ulteriore viabilità come: via Comunale delle Case Bianche che collega Calcinaia e Oltrarno alla frazione di Fornacette e più recentemente via dei Girasoli che scende in direzione sud pressochè parallela alla vecchia viabilità di via Papa Giovanni XXIII. I terreni oggetto della presente variante si collocano nella porzione occidentale di Oltrarno compresa tra via dei Girasoli e la vecchia linea ferroviaria per Lucca, per lo più in corrispondenza del tratto d'intersezione con la linea elettrica che attraversa la frazione di Oltrarno in direzione SW – NE.

L'area fa parte del settore orientale della piana Pisana originata dal fiume Arno e anticamente dal ramo di Bientina del Fiume Serchio, è morfologicamente pianeggiante con quote di 13 m s.l.m.. (vedi Corografia generale scala 1:10.000 allegata).

Da un punto di vista geologico (vedi Stralcio della Carta Geologica allegata) trattandosi appunto di una zona della piana alluvionale è caratterizzata da depositi alluvionali di tipo recenti ed attuali a stratificazione pressochè parallela e notevole estensione laterale; si trattano di terreni molto limosi come indicato anche dalle indagini geognostiche ricadenti in loco e dalla “carta litotecnica e dei dati di base” del PS comunale.

Dal punto di vista idrogeologico sono presenti essenzialmente due orizzonti: una copertura superficiale e un acquifero multistrato. Il primo orizzonte, che costituisce appunto la copertura all'acquifero confinato, caratterizzato da terreni a bassa permeabilità talvolta con corpi lentiformi o comunque discontinui a permeabilità maggiore rispetto a quelle dei terreni circostanti e dove talvolta può svilupparsi una falda superficiale alla profondità di qualche metro dal piano campagna; in questo orizzonte le falde freatiche contenute sono alimentate dalle precipitazioni e presentano uno scambio con la rete idrica minore anche se con lento movimento delle acque. Il secondo orizzonte è invece costituito essenzialmente da depositi ad alto contenuto di ghiaia e ciottoli (conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina) e risulta essere un acquifero multistrato in pressione.

Inoltre al di sotto di quest'ultimo ci sarebbe anche un orizzonte costituito ancora da livelli ghiaiosi più discontinui di quelli soprastanti di cui però si hanno poche informazioni in quanto è stato riscontrato solo da pochi pozzi della piana pisana.

Dalla “carta idrogeologica e delle fonti di approvvigionamento idropotabile” del PS comunale (vedi in allegato) nell'area in studio risulta una isopiezometrica che si attesta a 10 m s.l.m. ed una permeabilità dei terreni superficiali di tipo medio – bassa per la presenza di terreni a significativa frazione fine, il cui coefficiente di permeabilità (k) risulta compreso tra  $10^{-6}$  m/sec e  $10^{-9}$  m/sec sottolineando le aree alluvionali di più recente esondazione fluviale.

Riguardo all'idrografia superficiale (vedi stralcio della carta del reticolo idrografico e delle problematiche idrauliche in allegato) non sono presenti nelle vicinanze corsi d'acqua

significativi e soggetti a regolamentazione delle fasce di rispetto secondo la Del. C.R.T. n°2/2000 – P.I.T. (ex Del. C.R.T. N°230/1994). Solo il corso del Fiume Arno risulta in un più ampio intorno, infatti dista almeno 400 m. Per quanto riguarda invece la rete idrica scolante, la zona attualmente risulta interamente a verde, con presenza di fosse campestri per lo più divisorie delle varie proprietà. La realizzazione di nuovi fabbricati (e delle relative opere di urbanizzazione) comporterà un non trascurabile incremento delle acque di scolo, come conseguenza diretta dell'impermeabilizzazione delle superfici, per cui sarà opportuno prevedere nella progettazione esecutiva dei sistemi per il contenimento e la regimazione controllata delle acque meteoriche in modo da non recare aggravio alla rete idrica scolante della zona.

### **3.Sintesi delle normative e dei piani territoriali vigenti**

Di seguito si riporta una sintesi del quadro normativo vigente relativo alla zona oggetto della presente Variante, con riferimento al rischio geomorfologico, idraulico e sismico: (vedi stralci cartografici allegati):

- nella **Carta del “Piano di gestione del rischio alluvioni”** (PGRA) dell’Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Settentrionale, l'area in esame ricade nella categoria: “**P2 – pericolosità media**”. Secondo il più aggiornato studio idraulico eseguito dall'Autorità di Bacino del F.Arno (ormai assorbita nel Distretto Appennino Settentrionale) in merito ad un eventuale fenomeno di esondazione con tempo di ritorno pari a 200 anni non è previsto nella zona un apprezzabile tirante di esondazione. La messa in sicurezza sarà comunque garantita con un rialzamento del piano di calpestio rispetto al piano marciapiede di circa + 40 cm. Con tali circostanza per le Norme di Piano, la realizzazione di nuovi edifici è consentita.
- Dallo studio idrologico – idraulico allegato al Piano Strutturale comunale di Calcinaia mostra per i corsi d'acqua ricadenti nel territorio comunale valutazioni per portate corrispondenti a tempi di ritorno Tr30, Tr100, Tr200, Tr500; l'area in studio risulta ampiamente al di fuori delle zone soggette a fenomeni di esondazione per tali corsi



d'acqua. Infatti, come riportato dalla “carta del reticolo idrografico e delle problematiche idrauliche” (vedi stralcio in allegato), non vi sono specifiche segnalazioni di problematiche di tipo idraulico nei terreni interessati dalla presente Variante, pertanto l'area risulta attualmente in condizioni di sicurezza idraulica.

- facendo riferimento alla classificazione di **Pericolosità Idraulica del P.S. comunale**, l'area d'interesse ricade in classe di **pericolosità idraulica I.2 – media** (vedi **Carta della Pericolosità Idraulica** allegata).
- sulla base delle condizioni di pericolosità idraulica fin qui esposte, il **R.U. comunale** predispone una determinazione della fattibilità delle aree rurali basata su matrici secondo la tabella riportata al paragrafo 4.1 nella Relazione di Fattibilità, secondo cui ad una pericolosità idraulica 2, considerato la destinazione dei terreni a nuova edificazione privata, si perviene ad una **fattibilità idraulica 2 – con normali vincoli**. In questa classe gli interventi di nuova realizzazione devono perseguire un maggior livello di sicurezza idraulica: *“dovranno essere indicati, già a livello di piano attuativo accorgimenti tecnico-costruttivi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempi di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree”*; a tal proposito si riporta che nello studio idrologico – idraulico allegato al PS comunale l'area non viene interessata da alcuna esondazione valutata per portate di piena con tempi di ritorno corrispondenti a Tr 500 e Tr 200 Tr 100 Tr 30, pertanto l'area è già di per se in sicurezza, in ogni caso sarà previsto a livello di ogni singolo progetto una sopraelevazione degli accessi di almeno + 40 cm rispetto al piano marciapiede favorendo una maggior messa in sicurezza degli edifici. Al fine di non recare aggravio al rischio idraulico nelle aree circostanti, come esplicitamente indicato nella sopra citata norma, si dovranno prevedere dei sistemi per il contenimento e la regimazione controllata delle acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabili di nuova realizzazione, da definire nel dettaglio di ogni lotto nell'ambito della progettazione esecutiva.



Riguardo le condizioni di pericolosità geomorfologica segnalata dal PS comunale è riportato:

- l'area in oggetto ricade in classe di **pericolosità geomorfologica G.2 – media** (vedi estratto allegato) per cui si tratta di un'area “con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto” a tal proposito sono state prese in considerazione varie indagini geognostiche sia dei dati di base del PS comunale sia della banca dati geognostici regionale ricadenti nelle zone adiacenti i terreni in oggetto e sulla base delle quali si riporta di seguito una preliminare stima indicativa delle caratteristiche geomeccaniche.
- Con tale classificazione e in virtù della realizzazione di nuovi edifici privati la matrice della fattibilità (vedi paragrafo 4.1 della Relazione di Fattibilità del RU comunale) restituisce una classe di **fattibilità geomorfologica 2 – con normali vincoli**; le prescrizioni segnalate dalla relazione di fattibilità sono che “le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. In particolare dovrà essere garantita la individuazione dell'assetto stratigrafico di versante, la parametrizzazione geotecnica dei materiali di substrato, la individuazione ed il posizionamento di eventuali livelli di falda (e delle relative escursioni stagionali accertate o prevedibili), la definizione delle locali categorie di sottosuolo e categoria topografica; dovrà essere verificata la possibilità di innesco di locali processi di liquefazione nei terreni di substrato. Dovranno essere verificate la capacità portante del terreno di fondazione e l'entità dei cedimenti assoluti e/o differenziali in relazione agli interventi da realizzare. Dovrà essere verificata, quando previsto, la stabilità dei fronti di scavo/riporto e/o del complesso terreno – opere di sostegno, nelle fasi pre e post intervento, nonché in fase intermedia di cantiere.” Poiché la zona è pianeggiante non sussistono problematiche legate alle condizioni di stabilità di versante, tuttavia si dovranno esaminare le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e geomeccaniche dei terreni di fondazione dei vari fabbricati in progetto, come previsto dal D.M. 14/01/2008 e dal D.P.G.R. 36/R2009 nell'ambito della progettazione.





Per quanto riguarda le condizioni sismiche indicate dal PS comunale, si riporta che:

- i terreni oggetto del presente studio ricadono nella classe di **pericolosità sismica locale S.2 – media** si tratta di zone suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe 3; attraverso la matriche della fattibilità indicata al paragrafo 4.1 della Relazione di Fattibilità allegate al RU comunale si ottiene un classe di **fattibilità sismica 2 – con normali vincoli**; per tale classificazione nella relazione di fattibilità viene segnalato che “non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo alla attività edilizia, fatto salvo il regime autorizzativo previsto per legge.”

Sulla base di quanto fin qui esposto si può affermare che la Variante Piano Attuativo e contestuale variante al RU comunale è compatibile con le prescrizioni impartite dai piani territoriali vigenti.

#### **4. Caratterizzazione geomorfologica-geotecnica**

Al fine della determinazione delle classi di pericolosità geomorfologica ai sensi di quanto contenuto nel D.P.G.R. n°53R/2011 recante il Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005, sono state utilizzate alcune indagini geognostiche ricadenti nelle vicinanze dell'area oggetto di Variante. I risultati ricavati sono stati utilizzati anche per la determinazione delle condizioni di pericolosità sismica.

La stratigrafia nell'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, composti da sedimenti a composizione variabile da limi argillosi e sabbiosi.

In particolare sono state utilizzate indagini della banca dati geognostici regionale ricadenti nell'intorno (CPT n°5574, 152, SO n°2621 vedi certificati allegati) e alcune indagine dei Dati di Base allegato al PS comunale sia di tipo geotecnico che sismico (CPT n°272, MW n°5, Tromo n°9, 10 e ST n°1 vedi certificati allegati), oltre ad una ulteriore indagine di tipo masw (S1) eseguita poco più a sud dei terreni in questione in occasione di precedenti studi (vedi

ubicazione nello stralcio carta delle indagini in scala 1:10.000 allegato). In particolare l'indagine dei dati di base comunali n° 272 ricade all'interno dei terreni in oggetto.

Dalle suddette indagini geognostiche la stratigrafia è risultata assai uniforme: sono presenti terreni inizialmente poco consistenti nei primi metri di profondità, seguiti da sedimenti limo argillosi di consistenza moderata e crescente con la profondità. Queste informazioni sono confermate anche dalle due indagini sismiche di tipo masw, una ubicata a nord (MW 5) dei terreni oggetto di variante e l'altra svolta a sud degli stessi (S1): l'elaborazione da un modello di sottosuolo in cui lo strato superficiale compreso nei primi 2 - 3 m ha una Vs che rimane entro i 150 m/sec corrispondente a terreni poco consistenti, oltre con la profondità si osserva un modesto incremento della Vs per miglioramento della rigidità senza mai oltrepassare i 250 m/s fino ad almeno i 10 m di profondità, ed infine si un ulteriore lieve incremento più accentuato nell'indagine a nord ma pur sempre con Vs che non superano i 350 m/s. Anche l'indagine di sismica a rifrazione in onde p ubicata poco più ad est (ST1) indica un primo sismostrato entro i 5 m di profondità ad onde p con una velocità Vp intorno ai 500 m/s segnalato nel relativo modello (sezione litostratigrafica interpretativa) come terreni limo argillosi da poco a mediamente compatti soprafalda seguiti da un secondo sismostrato dove le velocità Vp raggiungono appena i 1100 m/s come limi argillosi più consistenti con un maggior grado di umidità risteppe allo strato sovrastante.

L'ubicazione di tutte le indagini geognostiche considerate è riportata nella carta delle indagini geognostiche in scala 1:10.000 allegata alla presente relazione.

Di seguito si fornisce la stratigrafia preliminare indicativa del sito ricavati dalle indagini sopra indicate, per i primi 10 m di profondità:

0,00 – 3,50 m **limi argillosi poco consistenti con livelli sabbiosi**

3,50 m – 10,00 m **limi sabbiosi mediamente consistenti con livelletti argillosi**

Sarà cura del Geologo incaricato per la progettazione esecutiva dei singoli lotti fornire per ogni intervento edilizio il modello geologico e geotecnico ai sensi del D.M. 14/01/2008.



Nel sottosuolo della zona in esame è presente un acquifero freatico che come già accennato dalla carta idrogeologica e delle fonti di approvvigionamento idropotabile allegata al PS (vedi stralcio allegato) risulta presente con una isopiezometrica a circa 10 m slm, ovvero a circa - 3 m dal piano campagna; trattandosi di un orizzonte alimentato soprattutto dalle precipitazioni potrà subire oscillazioni in funzione delle variazioni stagionali e del regime delle precipitazioni, che dovranno essere valutate in occasione della progettazione esecutiva.

## **5.Caratterizzazione Sismica del sito oggetto di Variante Piano Attuativo, con riferimento allo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 esistente a supporto del R.U.**

Per la definizione della pericolosità derivante da un evento sismico, secondo quanto indicato ai punti B.7 e C.5 delle Direttive per le indagini geologico – tecniche, contenute nel Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005 (D.P.G.R. n°53R/2010), per ogni tipo di pianificazione urbanistica o loro varianti è prevista la realizzazione di uno studio di microzonazione sismica locale di livello 1 secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'O.P.C.M. 3907/2010.

La microzonazione, condotta in ottemperanza a quanto disposto al punto B.7 del DPGR 53-R/11, risulta di supporto allo studio geologico dell'area oggetto di Variante ed alla definizione delle aree a pericolosità sismica locale, definite al punto C.5 della medesima normativa regionale.

Lo studio di microzonazione sismica è composto dalle seguenti analisi:

- individuazione dello scenario di pericolosità sismica di base, attraverso la modellazione di cui alla Circ.Appl.n.617 del 02.02.09 ed alla Mappa di Pericolosità Sismica dell'INGV a supporto delle azioni sismiche definite al capo 7 del D.M.14.01.2008;
- caratterizzazione sismo-stratigrafica di sito, attraverso l'esame dei dati di base disponibili per l'area di studio ed individuazione della suscettibilità sismica di sito e dello scenario geofisico di prima analisi;



- definizione dello specifico scenario di pericolosità sismica locale mediante l'analisi dei rilievi geofisici condotti nell'area di studio e/o resi disponibili per la stessa e mirati alla definizione della successione sismo-stratigrafica di sito ed alla individuazione della "categoria di sottosuolo" di primo riferimento;
- definizione della carta delle frequenze di sito, redatta sulla base dei rilievi di microtremore effettuati nell'ambito dell'area di studio;
- zonizzazione dell'area di studio attraverso la redazione della Carta di Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica con individuazione delle aree stabili, stabili suscettibili di amplificazione e suscettibili di instabilità'.

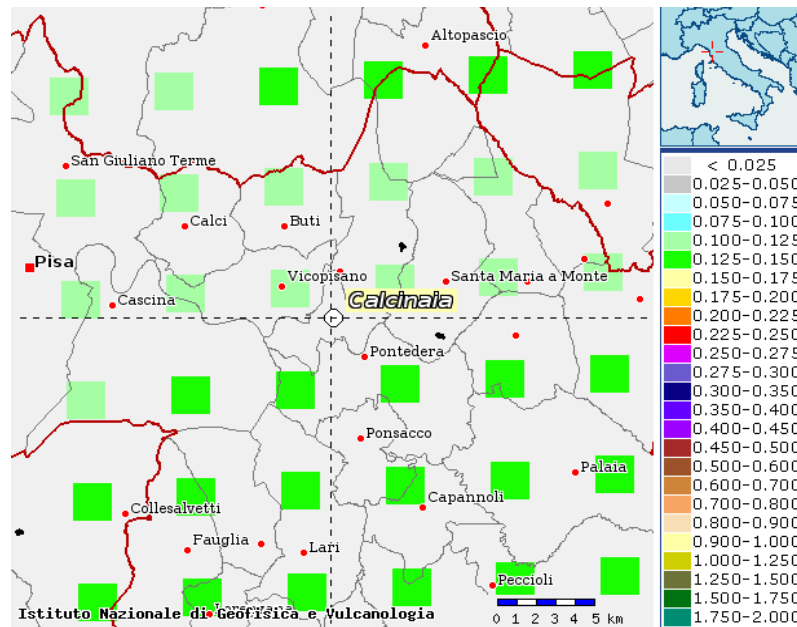
L'area oggetto di Variante viene ad individuarsi in una zona pianeggiante alla quota di circa m 13 s.l.m. e risulta essere caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali di epoca recente ed attuale, di composizione prevalente limo-argillosa. Non sono presenti zone in frana né potenzialmente franose. In questo caso si prende atto che il territorio comunale è già stato soggetto ad analisi di microzonazione sismica a supporto della pianificazione territoriale, di cui si terrà conto per la definizione della pericolosità sismica locale dell'area oggetto di Variante Piano Attuativo.

I dati ottenuti dalle indagini sismiche contenute nei dati di base del PS comunale (riportati negli allegati alla presente relazione) indicano valori di  $V_s$  piuttosto bassi, circa compresi fra 160 e 250 m/s, con lieve miglioramento della rigidità scendendo in profondità.

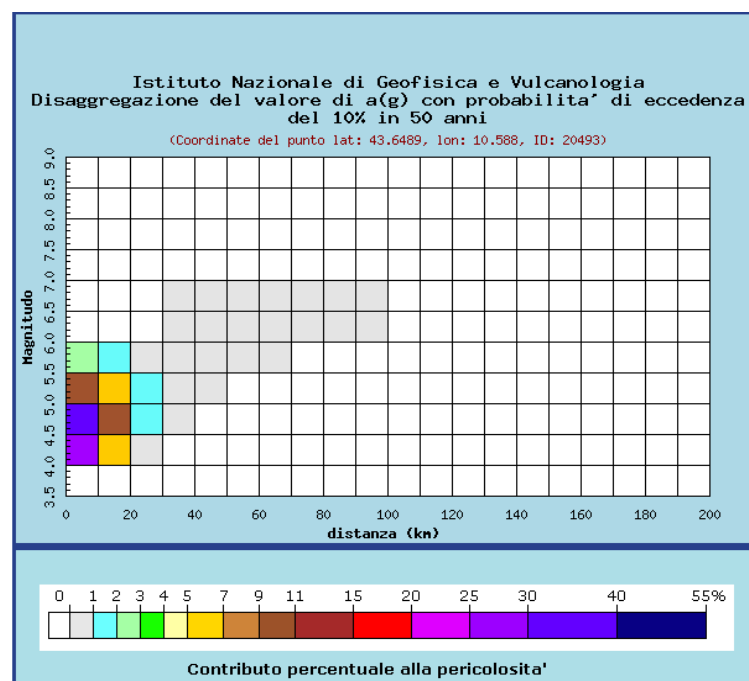
In riferimento al Ord.PCM n.3274/03 ed alla riclassificazione regionale, il territorio comunale di Calcinaia viene classificato in zona 3, per il quale sono previste accelerazioni massime al suolo di progetto di  $0.15 \cdot g$ . In attuazione a quanto disposto dal T.U.2008 ed in attenzione alla Mappa di Pericolosità Sismica dell'INGV a supporto della determinazione delle azioni sismiche di cui al capo 7 del D.M.14.01.2008, alla modellazione di cui alla Circ.Appl.n.617 del 02.02.09, si accertano le condizioni di criticità sismica sito dipendenti, che saranno definiti in relazione alle condizioni stratigrafiche nell'analisi locale di risposta sismica. La pericolosità allo scuotimento del sito in esame, riferita alle condizioni sismo-tettoniche dell'area di riferimento, viene quindi descritta dal valore dell'accelerazione al suolo con la probabilità del



10% di superamento in 50 anni, già calcolata in punti discreti su un reticolo a maglia regolare e fornita attraverso mappe interattive di pericolosità sismica consultabili in rete presso il sito INGV. Questo è schematicamente illustrato nello stralcio della mappa interattiva di pericolosità sismica riportata di seguito.



Da qui è possibile verificare il valore dell'accelerazione attesa al sito e visualizzare il “grafico di disaggregazione”, che individua la intensità, profondità e distanza delle sorgenti sismiche che caratterizzano la pericolosità sismica di sito, riportato di seguito.



Per la zona di nostro interesse relativamente alla posizione dell'area in esame, la pericolosità è determinata principalmente da sorgenti sismiche poste entro 20 km di profondità, con magnitudo compresa tra 4.0 e 6.0, con il seguente valore medio: 4,77.

Per completare in quadro che definisce la reale suscettibilità del sito agli effetti di amplificazione delle azioni sismiche si riportano i dati relativi ai rilievi di microtremori eseguiti nelle vicinanze dell'area oggetto di Variante P.A.; data la sostanziale omogeneità dei terreni nella zona sia sotto l'aspetto stratigrafico che sismico, risultante dai dati geognostici a supporto del PS comunale (riportati negli allegati) non si è ritenuto necessario eseguire misurazioni in sito (vedi Carta delle Indagini Geognostiche riportata negli allegati). La misurazione più vicina all'area oggetto di studio ha fornito un valore di  $f_0 = 1,5 (\pm 0,19)$  Hz, che si può prendere come riferimento anche per l'area oggetto del presente studio, confermando la Carta delle frequenze di sito contenuta nel piano urbanistico vigente e riportata negli allegati alla presente relazione.

Questo valore, opportunamente correlato con le altre informazioni geologiche sarebbe compatibile con il passaggio fra i sedimenti della pianura alluvionale ed il substrato litoide posto ad una profondità intorno a 100 m.

conseguentemente a quanto fin qui esposto, anche per quanto riguarda la stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospezione Sismica (MOPS) si conferma quella già presente redatta a supporto della pianificazione urbanistica, riportata in stralcio per l'area di Piano Attuativo negli allegati alla presente relazione, attribuendo al terreno oggetto di variante classificazione: **Zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche lito-stratigrafiche, Zona Z3 nella porzione Nord e Z5 nella porzione Sud.**

## **6.Determinazione delle classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011**

In accordo con quanto riporta il regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. n°1/2005 in materia di indagini geologiche di supporto alle varianti agli strumenti urbanistici, si forniscono di seguito le determinazioni delle classi di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica derivanti dalla sintesi delle conoscenze riguardanti l'area oggetto di studio sulla base dei criteri per la classificazione delle pericolosità contenuti nel regolamento sopra citato. La



classificazione è riportata anche nelle carte delle pericolosità dell'area d'intervento in scala 1:2.000 allegate:

**Pericolosità geomorfologica G2 – media:** trattasi di un'area con pendenza inferiore al 25% (difatti è pianeggiante) con elementi geomorfologici, litologici e giaciture da cui risulta una bassa propensione al dissesto.

**Pericolosità Idraulica I2 – media:** aree interessate da allagamenti per eventi con tempo di ritorno compreso fra 200 e 500 anni. In particolare dallo studio idrologico – idraulico allegato al PS comunale la zona risulta in posizione di sicurezza idraulica e quindi al di fuori delle aree coinvolte da esondazioni dovute a portate di piena corrispondenti a Tr30, Tr100, Tr200, Tr500 in quanto in un'ampia zona non risultano corsi d'acqua significativi.

**Pericolosità sismica S2 – media:** osservando la Carta MOPS si evince che l'area in oggetto è classificata come **zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per caratteristiche litostratigrafiche** che nella parte nord come risulta **Z3** e nella parte sud **Z5**.

## **7.Determinazione delle classi di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. n°53R/2011**

La definizione delle classi di fattibilità da attribuire nella zona oggetto di Variante è possibile ricavarla seguendo un processo diagnostico che, a partire dalle pericolosità sopra descritte (G2, I2, S2), valutando il grado di esposizione al rischio dei terreni che verranno destinati alla realizzazione di fabbricati destinati ad una edilizia privata per abitazioni o al più edifici ad uso commerciali, restituisce eventuali prescrizioni e/o limitazioni da seguire nella redazione della progettazione esecutiva.

Poiché la variante prevede una destinazione urbanistica dei terreni alla realizzazione di fabbricati ad uso abitativo e commerciale, si ha un grado di esposizione al rischio medio. Quindi si perviene alla determinazione delle classi di fattibilità.

**fattibilità geomorfologica II:** non sono previste particolari limitazioni. La progettazione esecutiva dovrà contenere uno studio geologico di dettaglio corredato da opportune indagini geognostiche (definite anche in relazione alle disposizioni del D.P.G.R. 36R/2009) finalizzato

alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico ai sensi di quanto stabilito nel D.M. 14/01/2008.

**fattibilità idraulica II:** non sono previste particolari limitazioni alla realizzazione di nuovi edifici, adottando come unico accorgimento il rialzamento di almeno + 40 cm degli accessi ai fabbricati rispetto al piano marciapiede, al fine di favorire una maggior messa in sicurezza idraulica. Si prescrive inoltre di adottare sistemi per la regimazione delle acque meteoriche al fine di non creare aggravii alla rete idrica scolante esistente, in linea con le prescrizioni del RU vigente che riporta la “necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree”.

**fattibilità sismica II:** è richiesta la definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base di specifiche indagini sismiche (quali sismica a rifrazione Sh, masw o downhole in funzione delle dimensioni e dell'importanza dell'opera in progetto, come indicato nel D.P.G.R. n°36R/2009) e la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni di fondazione, come richiesto nel D.M. 14/01/2008 e nel D.P.G.R. n°36R/2009.

## 9. Valutazioni sulla regimazione delle acque meteoriche

La variante prevede l'edificazione di un'area assai estesa, fino ad oggi occupata da un campi incolti, dunque l'intervento comporterà un non trascurabile aggravio alla rete idrica scolante dell'area urbana.

La realizzazione di nuovi fabbricati (e delle relative opere di urbanizzazione) comporterà un non trascurabile incremento delle acque di scolo, come conseguenza diretta dell'impermeabilizzazione delle superfici, per cui sarà opportuno prevedere nella progettazione esecutiva dei sistemi per il contenimento e la regimazione controllata delle acque meteoriche in modo da non recare aggravio alla rete idrica scolante della zona. Si ricorda infatti che il RU comunale prevede “a norma dell'art. 78 comma b) del PIT” eventuali “nuovi spazi pubblici e privati destinati a piazzali, parcheggi e viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere realizzati con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o ritenzione anche temporanea delle acque.” Anche le prescrizioni per le condizioni di fattibilità idraulica



prevedono di tenere conto “delle necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree”.

In primo luogo la progettazione esecutiva dovrà contenere l'indicazione del sistema di regimazione delle acque meteoriche: a tale scopo si dovranno mantenere (se necessario interrando) le principali fosse di scolo attualmente esistenti nell'area, avendo cura di verificarne la loro funzionalità a ricevere il surplus di acque meteoriche scolanti dalle superfici impermeabili di progetto. Quindi di seguito si propone una semplice verifica idraulica indicativa della portata oraria nello stato di progetto, a completa realizzazione di tutte le opere previste nella Variante Piano Attuativo, basata su una altezza di pioggia oraria pari a 60 mm e sui seguenti coefficienti di deflusso per le varie superfici:

impermeabile = 1,0

semipermeabile = 0,5

permeabile = 0,2

Nello stato attuale l'area interessata dalla variante si tratta di terreni a verde per una superficie complessiva di circa 12.455 mq (dati forniti dal Progettista). Tenuto conto di ciò, allo stato attuale si ha una portata di:

$$Q_{att} = (12.455 \times 0,06 \times 0,2) = 149,5 \text{ mc/h circa.}$$

il progetto prevede la realizzazione di fabbricati residenziali per una superficie di circa 4108 mq, commerciali per una superficie di 1967 mq, di servizi vari per una superficie di 998 mq, oltre alla realizzazione di parcheggio e viabilità pubblica per una superficie di 1048 mq e parcheggio privato per 1687 mq con verde pubblico per 1535 mq e verde privato di 1112 mq.

In sintesi la trasformazione prevede circa:

8121 mq di superficie impermeabile,

1687 mq di superficie semipermeabile e

2647 mq di superficie permeabile

Dunque la portata oraria del lotto diventerà:

$$Q_{prog} = (8121 \times 0,06 \times 1,0) + (1687 \times 0,06 \times 0,5) + (2647 \times 0,06 \times 0,2) = 570 \text{ mc/h circa.}$$

Al fine di rispettare il più possibile un criterio di “invarianza idraulica” dei terreni, si consiglia nella progettazione delle varie strutture di valutare il contenimento di una portata pari alla differenza fra quella calcolata per lo stato attuale e quella di progetto; la portata oraria addizionale complessiva dell'intera zona oggetto della Variante nello stato di progetto risulta:

$$\Delta Q = Q_{\text{prog}} - Q_{\text{att}} = 570 - 149,5 = 420,5 \text{ mc}$$

Il volume testè indicato è riferito all'intera area di Variante Piano Attuativo; è comunque significativo nel complesso. Perciò si rimanda alla progettazione esecutiva dei singoli lotti l'adozione dei sistemi ritenuti idonei dal progettista per il contenimento delle acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabili e semipermeabili di progetto, rispettando un criterio di “invarianza idraulica”.

Bientina, 16 gennaio 2018

Dott. Geol. Caterina Della Longa

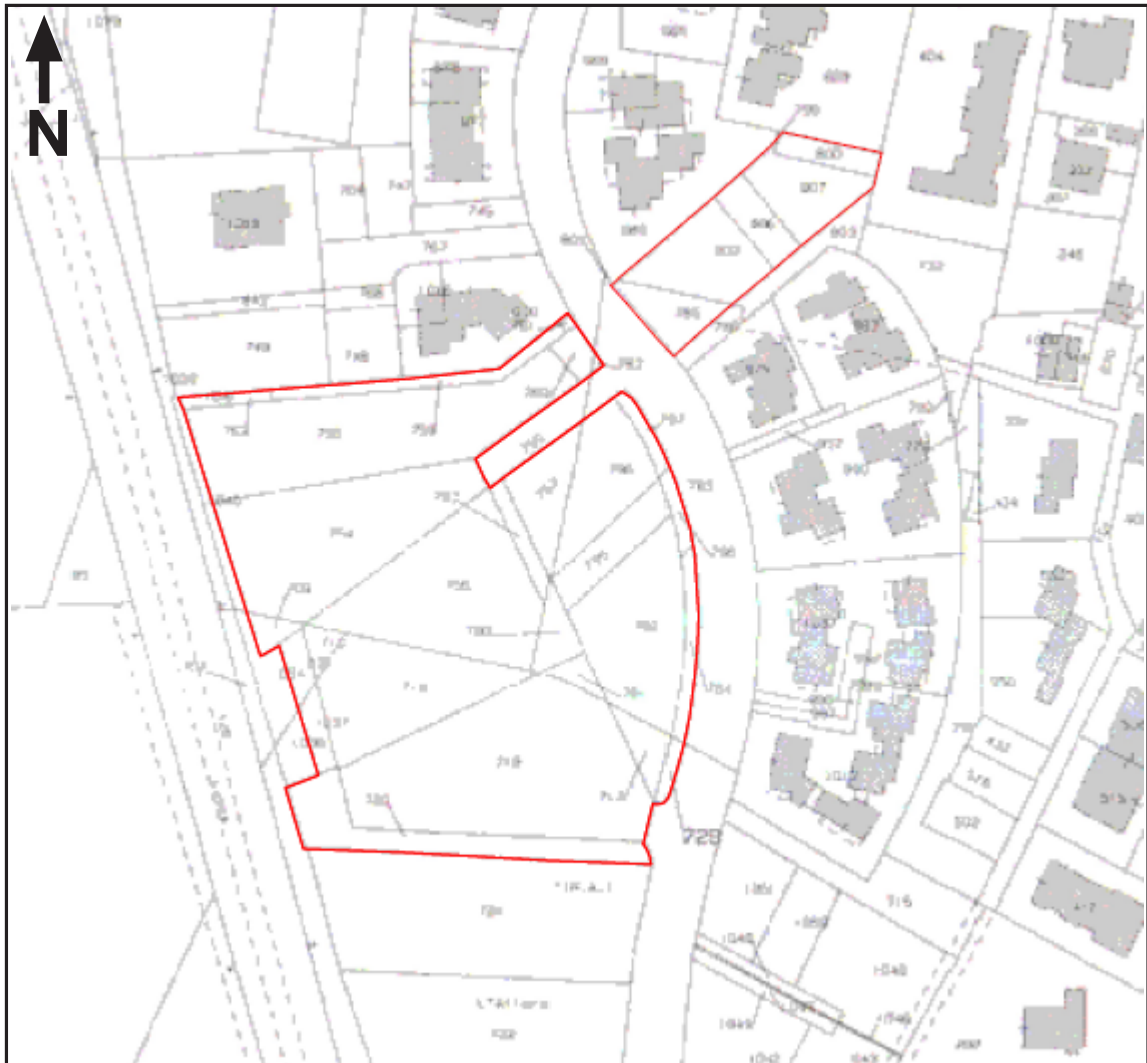


Comune di Calcinaia (PI)  
ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE  
in scala 1:2.000

Foglio n°16

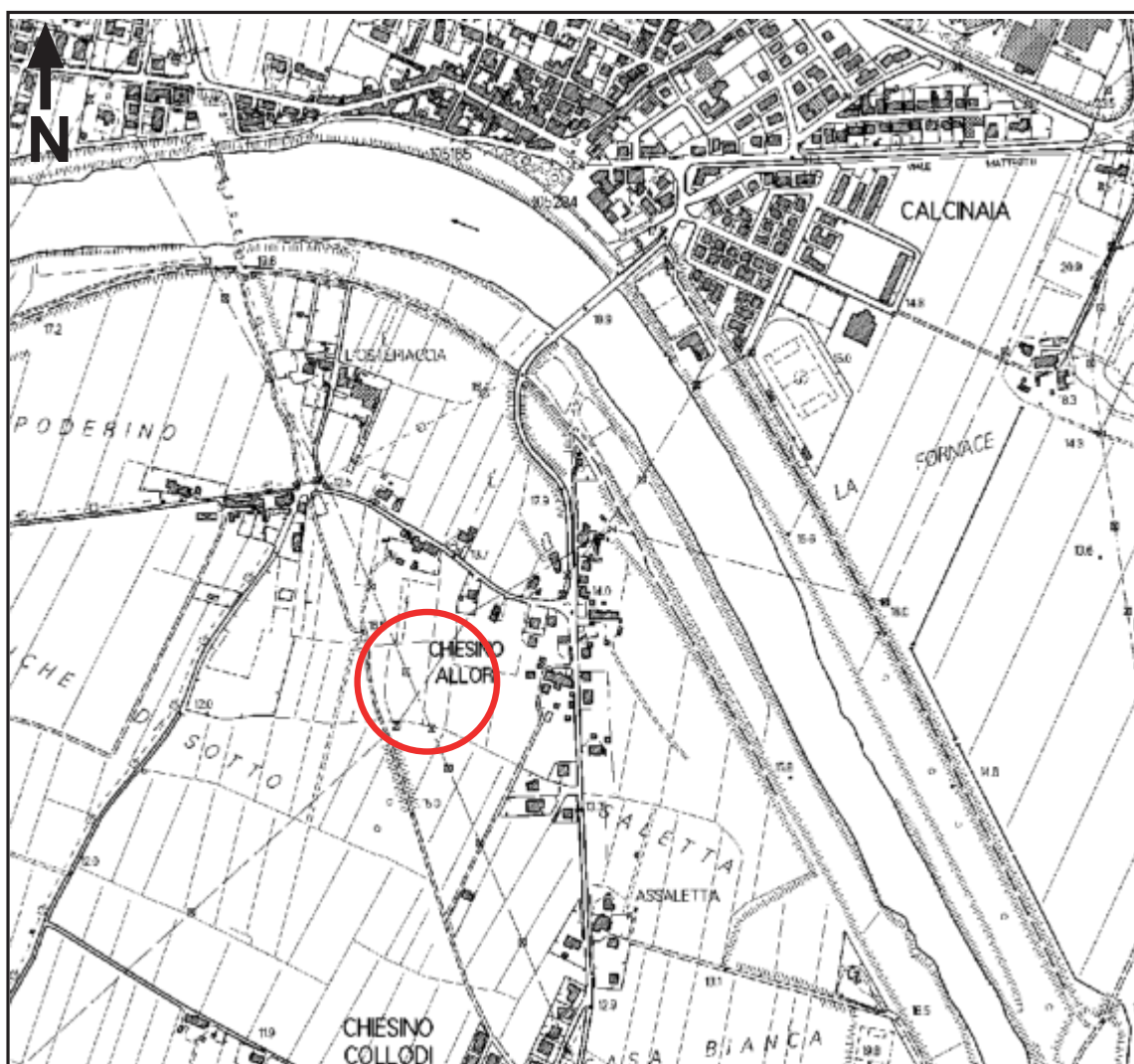
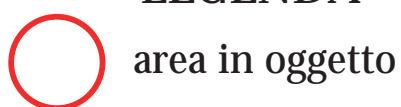
Particelle n°729, 717, 794, 782, 795, 798, 757, 796, 797, 759, 761,  
785, 802, 806, 807, 800, 793, 720, 718, 781, 709, 754, 710, 756,  
719, 780, 763, 758, 762, 760, 1041, 1037, 1035.

 Area in oggetto



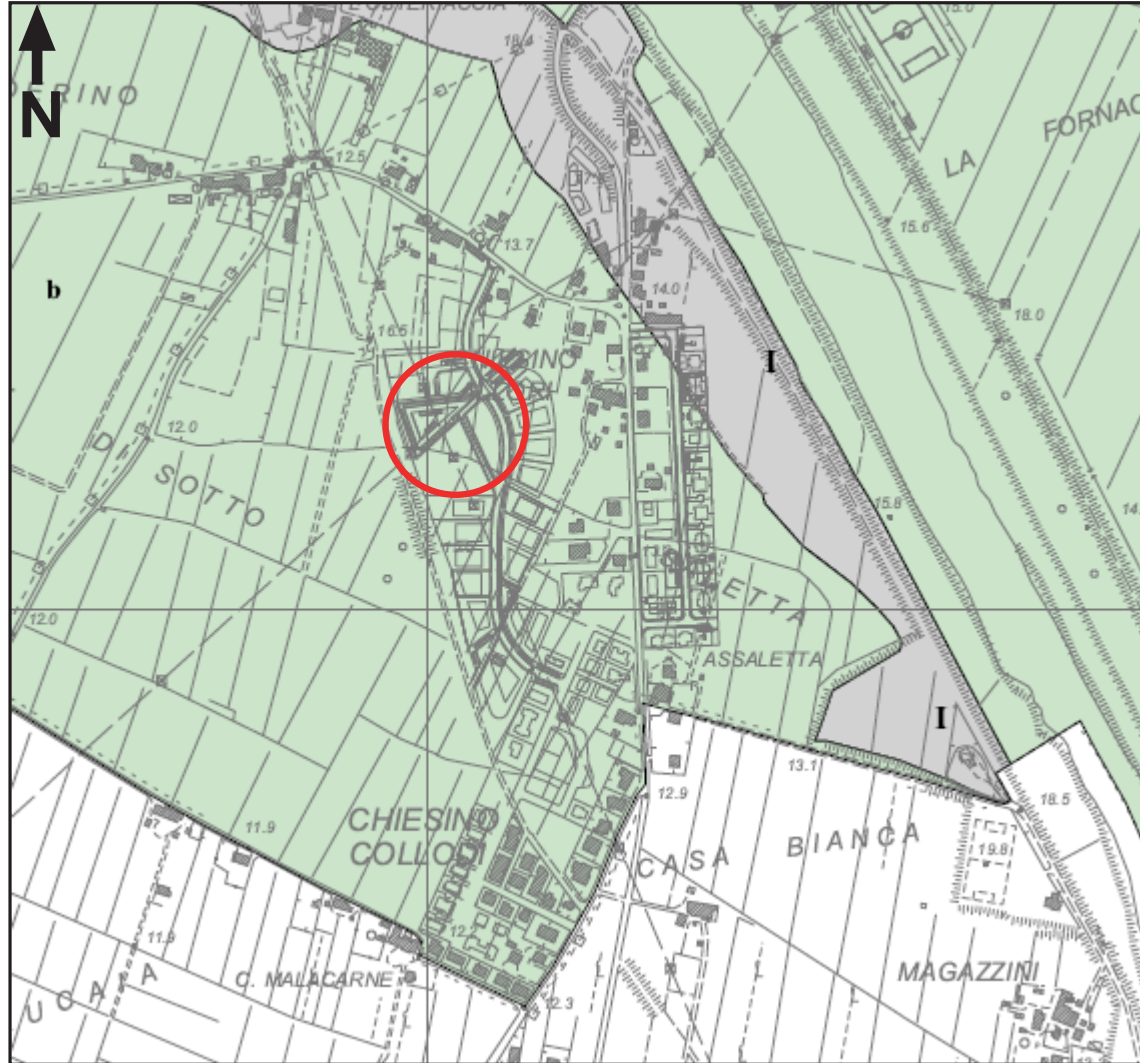
Comune di Calcinaia (PI)  
**COROGRAFIA GENERALE**  
ESTRATTO C.T.R. SEZIONE: 273120  
in scala 1:10.000

LEGENDA



# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000



### Elementi strutturali di tipo puntuale

Giacitura dei depositi

area in oggetto

### Forme dovute a processi particolari

Paleoalveo Fiume Arno e/o probabile margine d'alveo sepolto

### Forme e strutture antropiche

Riporti relativi a: I) taglio meandro Arno (1559-79), II) Canale Scolmatore Arno (1953-67), III) Canale emissario Bientina (1853-59), IV) Canale Allacciante Scolmatore dell'Usciana (1985-90), V) Riporti recenti per espansione della zona industriale.

Cava a fossa abbandonata

Area storica di cava

### Depositi quaternari

#### Depositi olocenici

Deposito di versante

Depositi alluvionali recenti e attuali - Limi e argille

Depositi alluvionali recenti e attuali - Sabbie e limi

Depositi alluvionali recenti e attuali - Sabbie e ghiaie

#### Depositi pleistocenici

##### BCE Sabbie e ghiaie delle Cerbaie

Conglomerato matrice sostenuto con matrice sabbiosa di colore rosso costituito da ciottoli eterometrici di dimensioni inferiori ai 15 cm di quarziti bianche, rosa, violette e verdi, calcari cristallini, diaspri e altri litotipi di provenienza dal Monte Pisano. Si notano localmente livelli lenti di sabbie medio-grossolane, sabbie limose e limi argillosi spesso di colore grigio perla. Sia i clasti sia la matrice presentano un elevato grado di alterazione. Localmente si ritrovano manufatti di probabile età Musteriana. (Pleistocene medio)

##### Unità di Montecalvoli (UM)

UMa - Silt e argille di colore grigio-nocciola massive. All'interno si ritrovano foraminiferi bentonici, ostracodi marini, gasteropodi e bivalvi marini. Alla base è presente un livello di accumulo di macrofossili. Deposito di shoreface. (Pleistocene inferiore ?)

UMb - Sabbie di colore giallo a stratificazione incrociata concava e planare con alternanza di sabbie e silt a stratificazione wavy bedding, silt e argille color grigio-nocciola, massive. Ambiente deposizionale di piana deltizia. Nelle granulometrie più fini sono stati ritrovati foraminiferi bentonici e ostracodi salmastrici. Localmente sono stati ritrovati gasteropodi e ostracodi dulcicoli. (Pleistocene inferiore ?)









UMc - Ghiaie e in subordinate sabbie color grigio, con stratificazione incrociata concava e planare, ciottoli a prevalente composizione calcarea e subordinatamente, ciottoli metamorfici, diaspri e ciottoli di Macigno. Ambiente deposizionale fluviale tipo braided. (Pleistocene inferiore ?)

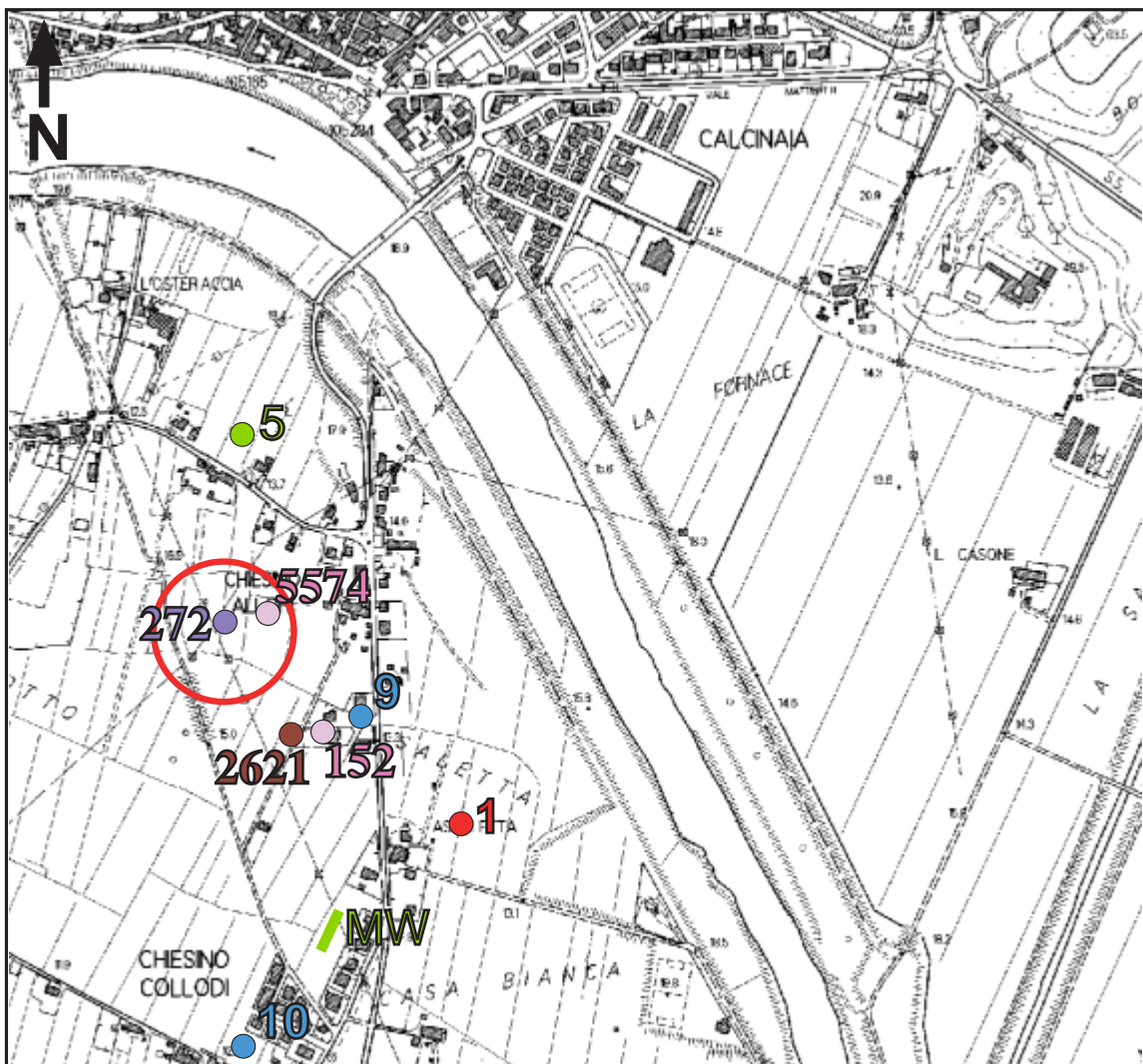
Geosito di interesse paleontologico. Art. 27.2 del P.T.C. - Cod. G0058 "Le Catenette"

# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

in scala 1:10.000

-  Area in oggetto
-  CPT Prova penetrometrica statica della banca dati di base del PS
-  Prospezione sismica a rifrazione in onde P o SH o entrambe della banca dati di base del PS
-  Indagini Sismiche HVSR -StMicrotremore della banca dati di base del PS
-  Prospezione sismica di tipo Masw della banca dati di base del PS
-  MW Prospezione sismica di tipo Masw eseguita in occasione di prec. studi
-  SO Sondaggio a carotaggio continuo della banca dati geognostici Regionale
-  CPT Prove panetrometriche statiche della banca dati geognostici Regionale



# Comune di Calcinaia (PI) CARTA IDROGEOLOGICA e DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE in scala 1:10.000


















- area in oggetto
- Forme dovute a processi particolari**
- ∩ Paleovalve Fiume Arno e/o probabile margine d'alveo sepolto
- Linee isopiezometriche**
- ↓ -0,70 Punti di misura e rispettivi valori del livello statico dal p.c. della falda superficiale. Valori adoperati per la ricostruzione delle linee isopiezometriche riferite al Maggio 2012
- ↓ -9,10 Punti di misura e rispettivi valori del livello statico dal p.c. della falda profonda. Valori riferiti all'Aprile 2001
- ∩ 10 Linee isopiezometriche riferite al Maggio 2012 (quote riferite a s.l.m. - equidistanza 1 m)
- Direzione di flusso della falda
- Opere di presa**
- Pozzi domestici (dati forniti da Provincia di Pisa)
- Concessioni acque (dati forniti da Provincia di Pisa)
- Pozzi ad uso idropotabile
- Grado di permeabilità**
- Permeabilità alta (depositi permeabili)*  
Ghiaie e ciottoli prevalenti con sabbia in subordine; deposito di versante, depositi alluvionali attuali ghiaioso-sabbiosi, facies ghiaioso-sabbiosa (UMc) dell'Unità di Moncalvoli, terreni eterogenei alla base delle cave a fossa abbandonate di Fornacette.  
Coefficiente di permeabilità  $K = 10E-2 - 10E-4$  (m/s).
- Permeabilità media (depositi da permeabili a semipermeabili)*  
Sabbie, ghiaie e ciottoli parzialmente cementati; formazione delle Cerbaie (conglomerato matrice-sostenuto), facies sabbiosa (UMb) dell'Unità di Moncalvoli.  
Coefficiente di permeabilità  $K = 10E-4 - 10E-6$  (m/s).
- Permeabilità medio - bassa (depositi da semipermeabili ad impermeabili)*  
Limi e argille prevalenti; depositi alluvionali recenti e attuali limoso-argillosi o argillosi, facies siltosa-argillosa (UMa) dell'Unità di Moncalvoli.  
Coefficiente di permeabilità  $K = 10E-6 - 10E-9$  (m/s).

# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO e DELLE PROBLEMATICHE IDAULICHE

in scala 1:10.000



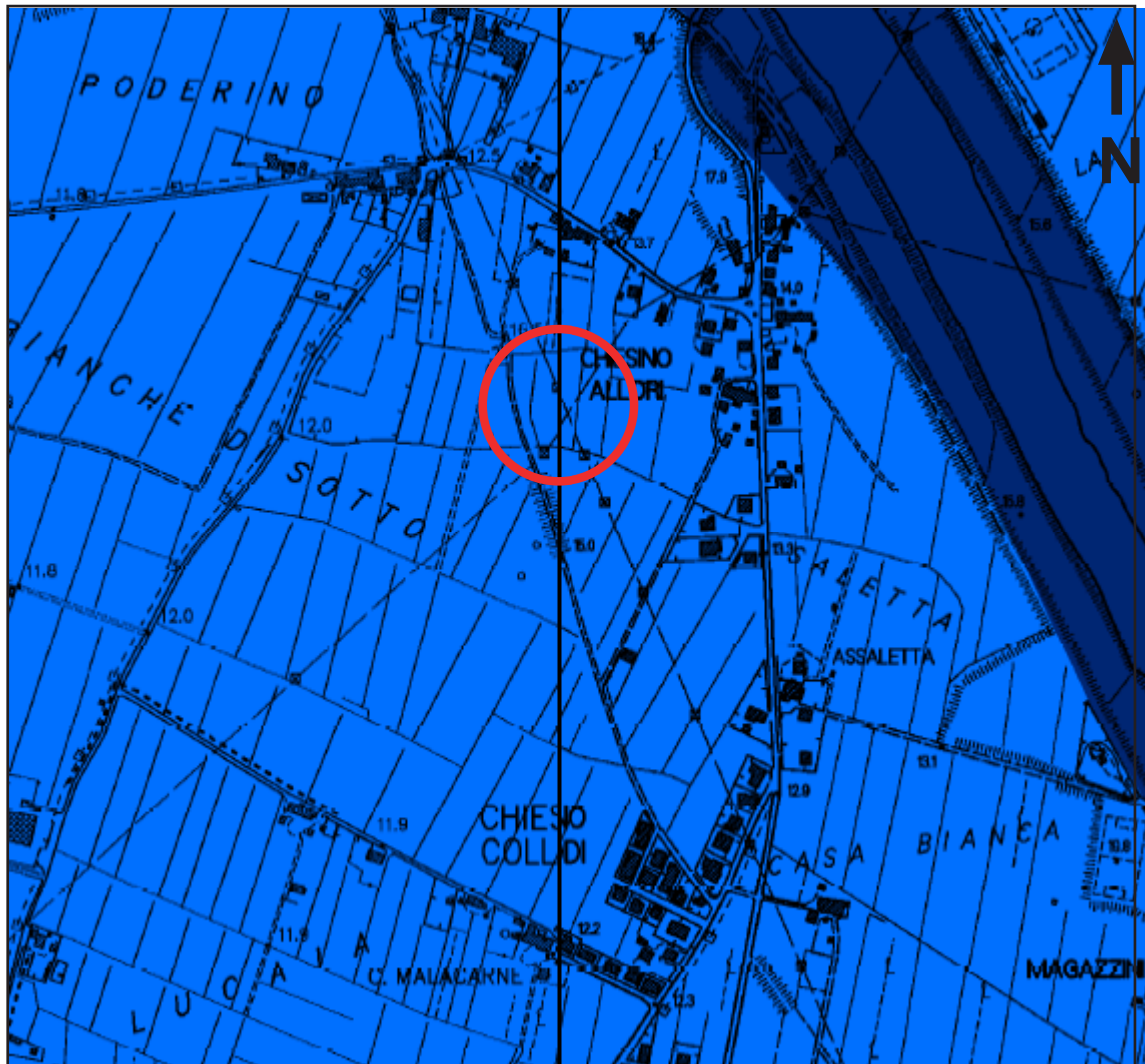
-  area in oggetto
  -  Alvei fluviali e laghi
  -  Reticolo idraulico
  -  Tratto tombato
  -  Nuovo Fosso Lucaia - Tratto realizzato
  -  Nuovo Fosso Lucaia - Tratto da realizzare a cura del Consorzio di Bonifica Ufficio Fiumi e Fossi
  -  Ambito di salvaguardia ai sensi dell'Art. 36 del PIT 2005-2010 relativamente ai corsi d'acqua di cui all'Allegato al Testo n. 4 del Quadro Conoscitivo (fascia di inedificabilità di 10 m dal ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine)
- Codice PI707 - Fiume Arno  
Codice PI785B - Emissario di Bientina  
Codice PI1462 - Fosso Nero
- Enti competenti**
-  Consorzio di Bonifica del Bientina
  -  Consorzio di Bonifica Ufficio Fiumi e Fossi di Pisa
- Situazioni di criticità**
-  Ristagni ed esondazioni localizzate legate alla difficoltà di deflusso nel caso di scarsa manutenzione del reticolo
  -  Area ribassata soggetta a ristagno
  -  Sotto attraversamento in "botte"
  -  Punto di ostuzione o strozzatura d'alveo
- Autorità di Bacino del F. Arno - Piano Stralcio "Rischio Idraulico"**  
**Interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico**
-  Scolmatore Arno - Padule di Bientina
  -  Adeguamento emissario del Bientina come scolmatore d'Arno





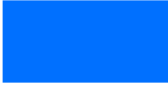
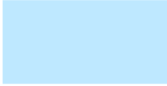
Comune di Calcinaia (PI)

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA del PIANO di GESTIONE del RISCHIO ALLUVIONALE

Autorità di Bacino del fiume Arno, scala 1:10.000



## LEGENDA

-  area in oggetto
-  P3 Pericolosità da Alluvione Elevata
-  P2 Pericolosità da Alluvione Media
-  P1 Pericolosità da Alluvione Bassa

# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTE DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, IDRAULICA e SISMICA LOCALE E MOPS, in scala 1:10.000



area in oggetto

### Classi di pericolosità geomorfologica

- G2 - Pericolosità geomorfologica media**  
 Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
  
- G3 - Pericolosità geomorfologica elevata**  
 Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali o sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25% (vi ricadono le area P.F.3 del PAI Autorità di Bacino Fiume Arno).
  
- G4 - Pericolosità geomorfologica molto elevata**  
 Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza.



- I.1 Pericolosità idraulica bassa
- I.2 Pericolosità idraulica media
- I.3 Pericolosità idraulica elevata
- I.4 Pericolosità idraulica molto elevata

Confine comunale  
 Area M.O.P.S.  
 Traccia sezioni litostatigrafiche rappresentative

**ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI**

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
10 m	1-4 m	1-2 m	4-5 m	0,5-2 m	4,5-7 m	0,5-8* m	4-8 m	1-3 m
20 m	12-18 m	3-6 m	12-14 m	4,5-7 m	6-11 m	6-17 m	6-9 m	6-9 m
30 m	2-3 m	4-7 m	10 m	10 m	6-11 m	6-11 m	22-30 m	22-30 m
40 m	8-10 m	7 m	10 m	10 m	8-10 m	6-10 m	11-29 m	11-29 m
	-2 m	7 m			15-16 m	15-16 m	6-5 m	6-5 m

*Litologia dei terreni di copertura*

- Riporto o terreno rianaggiato (spessore variabile mediamente da 0,5 a 2,0 m; \*spessore massimo di 6-8 m solamente nella zona 6 in loc. Saletta - Casa Bianca)
- Limo argilloso / argilla limosa / limi
- Sabbia / sabbia limosa (Dr stimata = 31-52%)
- Ghiaia e sabbia (Dr stimata = 60%)
- Ghiaia (Dr stimata 62%)

**ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'**

- CD Codimeni diffusi e differenziali

**Classi di pericolosità sismica locale**

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7
- Zona 8
- CD

**S.2 - Pericolosità sismica locale MEDIA**

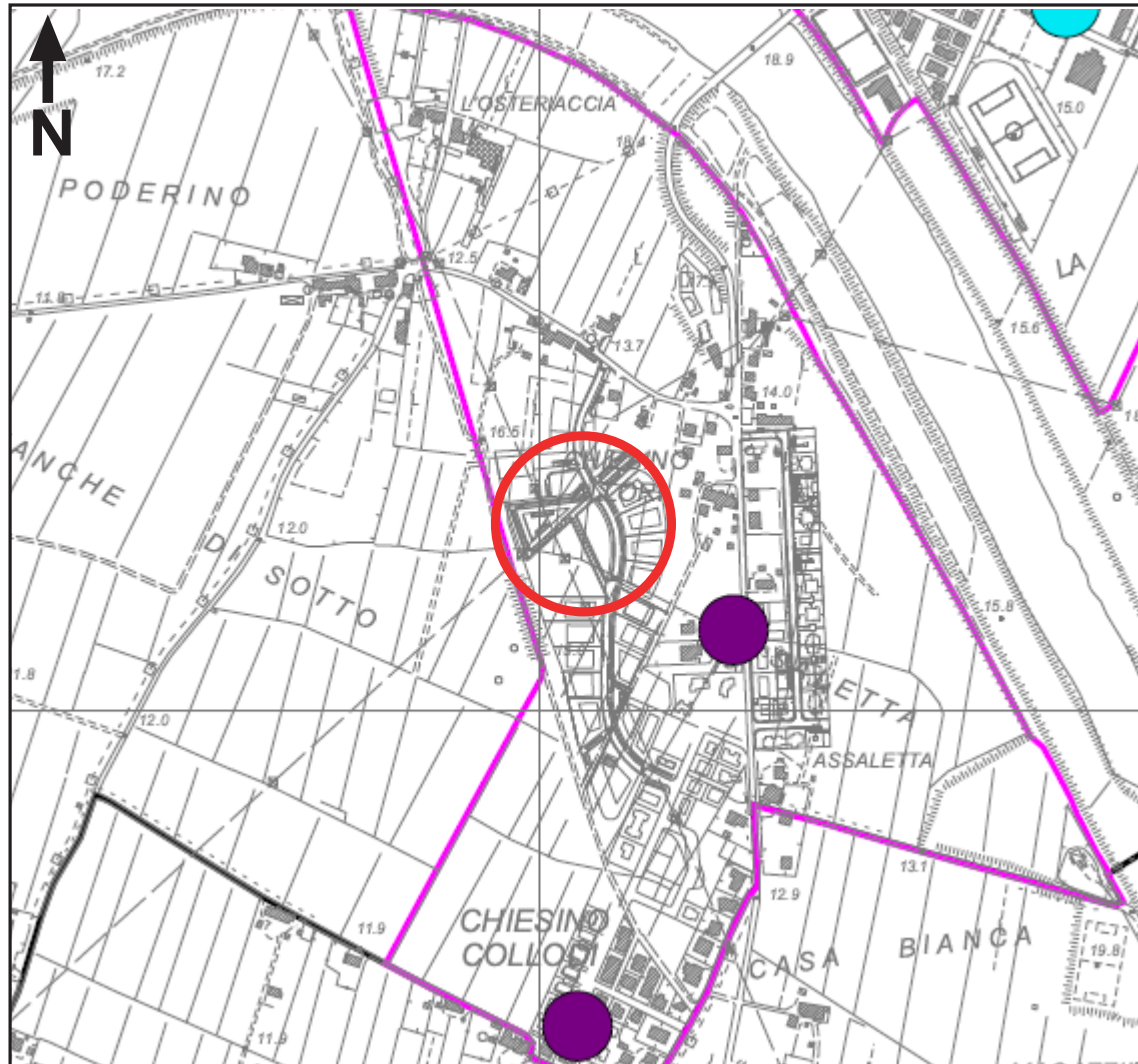
**S.3 - Pericolosità sismica locale ELEVATA**



# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI


in scala 1:10.000




 Area in oggetto

 Confine comunale

 U.T.O.E.

 Depositi fluvio-lacustri

 Substrato roccioso

**Frequenza  $f_0$  (Hz)**

 0,5 - 1,0

 1,0 - 1,5

 1,5 - 2,0

 2,0 - 3,0

**Ampiezza  $A$**

 < 2

 2 - 3

 3 - 4

 4 - 5

# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA GEOLITOLOGICA

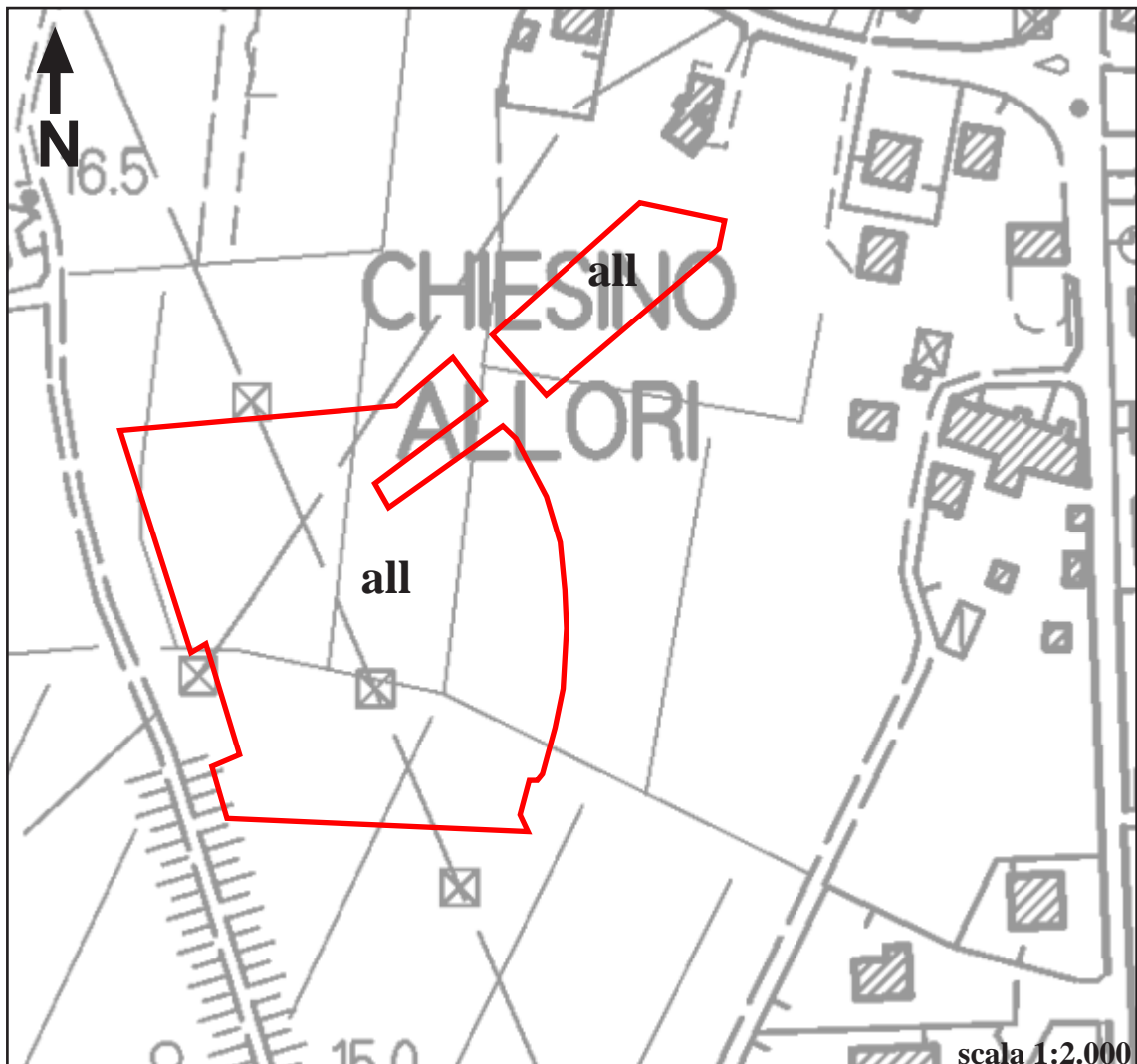
ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011  
Regolamento di Attuazione dell'art. 62 L.R. n°1/2005

**all**

depositi alluvionali  
attuali e recenti



**terreni oggetto  
di Variante**

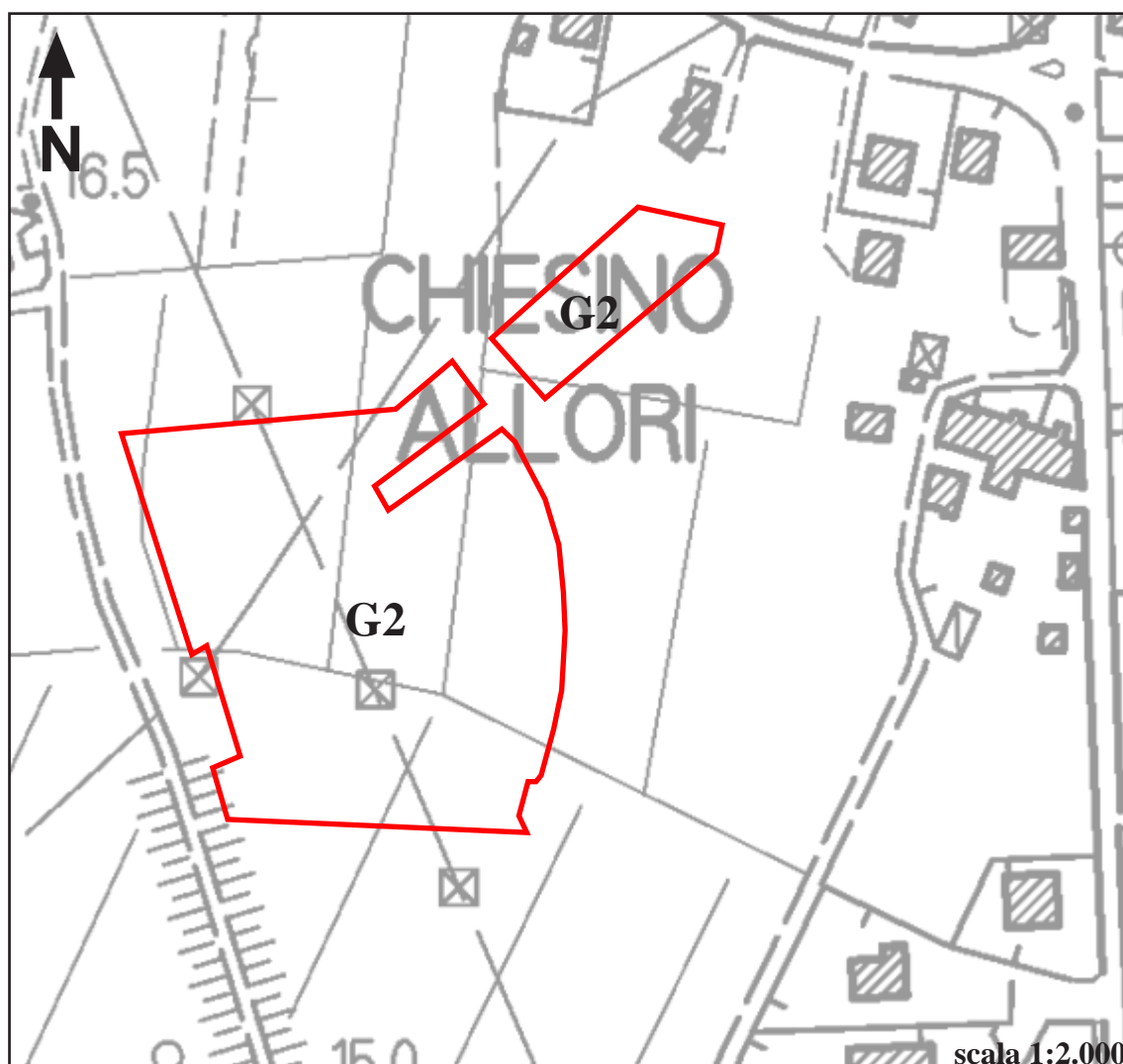


# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011

Regolamento di Attuazione dell'art. 62 L.R. n°1/2005

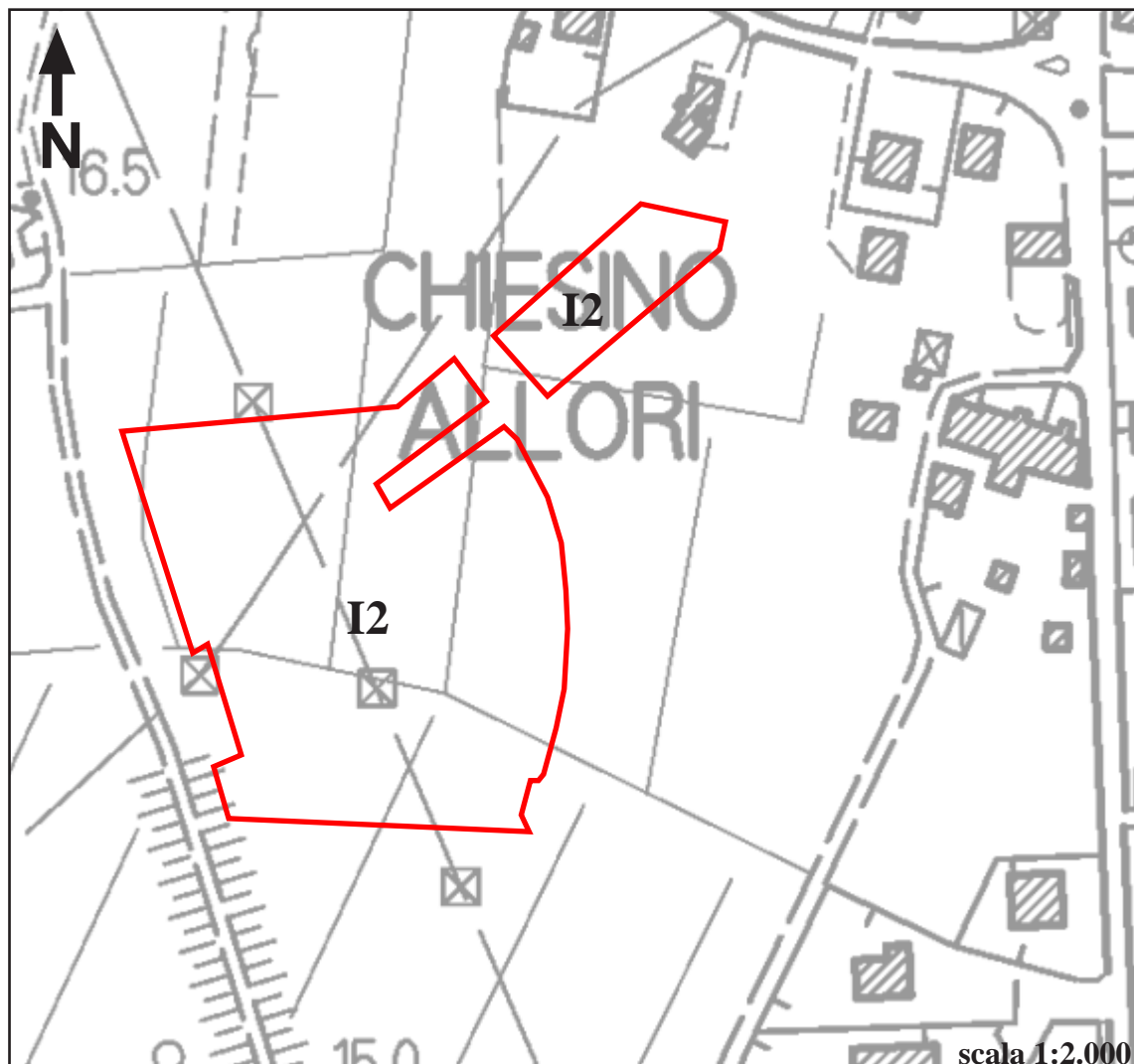


# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011

Regolamento di Attuazione dell'art. 62 L.R. n°1/2005

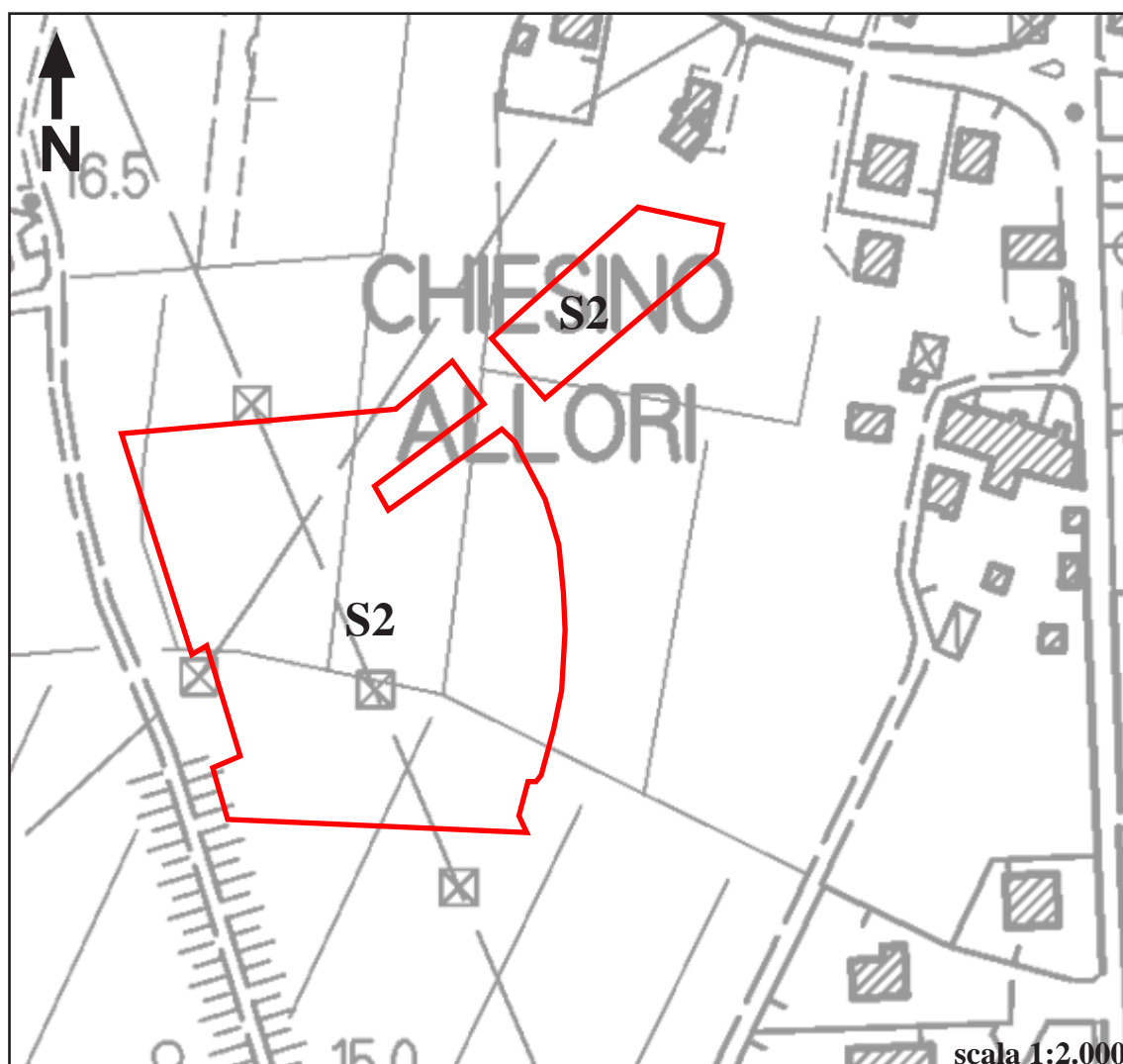


# Comune di Calcinaia (PI)

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

ai sensi del D.P.G.R. n°53/R/2011

Regolamento di Attuazione dell'art. 62 L.R. n°1/2005



Committente: Dr.ssa Giuliana Ferrari  
Località: Calcinaia - PI

Data: 23/09/04  
File: ps0409232

Quota	p.c.	Livello della falda non mis					Parametri meccanici del terreno									
		Letture di campagna			Valori derivati		(Searle 1979)				(Begemann 1968)					
		profond.	A	B	T	Rp	Rf	Rp/Rf	φ	Dr	Cu	mv	φ	Dr	Cu	mv
0,2	150		300	15												
0,4	300		500	30	1,2	25,0	26,3	48%	--	0,011	--	--	--	1,2	0,011	
0,6	550	730	770	55	1,9	28,4	27,5	60%	--	0,006	26,7	60%	--	--	0,006	
0,8	360	650	700	36	1,9	18,6	--	--	1,4	0,009	--	--	--	1,8	0,009	
1	320	610	650	32	1,1	30,0	27,2	49%	--	0,010	26,5	49%	--	--	0,010	
1,2	330	490	600	33	0,8	41,3	29,1	35%	--	0,010	29,1	35%	--	--	0,010	
1,4	180	310	500	19	1,3	14,3	--	--	1,0	0,015	--	--	--	1,0	0,015	
1,6	140	340	390	14	0,6	23,3	--	--	0,8	0,018	--	--	--	0,7	0,018	
1,8	130	220	350	13	0,6	21,7	--	--	0,5	0,019	--	--	--	0,7	0,019	
2	160	250	320	16	0,6	26,7	26,1	34%	--	0,016	--	--	--	0,6	0,016	
2,2	120	210	300	12	0,5	22,5	--	--	0,5	0,021	--	--	--	0,6	0,021	
2,4	100	180	250	10	0,3	30,0	28,2	25%	--	0,025	25,5	25%	--	--	0,025	
2,6	110	160	230	11	0,3	41,3	28,8	18%	--	0,030	28,6	18%	--	--	0,030	
2,8	100	140	250	10	0,3	37,5	27,5	25%	--	0,025	28,8	25%	--	--	0,025	
3	80	120	280	8	0,2	40,0	28,0	11%	--	0,042	28,0	11%	--	--	0,042	
3,2	60	90	300	6	0,2	30,0	25,7	20%	--	0,042	25,0	20%	--	--	0,042	
3,4	60	90	350	6	0,5	11,3	--	--	0,4	0,042	--	--	--	0,4	0,042	
3,6	160	240	430	16	0,4	40,0	28,5	21%	--	0,021	28,5	21%	--	--	0,021	
3,8	240	300	450	24	0,5	51,4	30,0	28%	--	0,021	30,0	28%	--	--	0,021	
4	130	200	480	13	0,3	48,8	29,2	18%	--	0,038	29,2	18%	--	--	0,038	
4,2	240	280	500	24	0,2	120,0	34,1	18%	--	0,021	34,1	18%	--	--	0,021	
4,4	160	190	530	16	0,3	48,0	29,1	21%	--	0,031	29,1	21%	--	--	0,031	
4,6	260	310	550	26	0,3	78,0	32,3	30%	--	0,019	32,3	30%	--	--	0,019	
4,8	100	150	530	10	0,3	30,0	28,2	25%	--	0,025	25,5	25%	--	--	0,025	
5	70	120	500	7	0,3	28,3	25,5	21%	--	0,036	--	--	--	0,3	0,036	
5,2	70	110	470	7	0,5	15,0	--	--	0,4	0,041	--	--	--	0,4	0,041	
5,4	120	190	450	12	0,2	60,0	30,0	17%	--	0,042	30,0	17%	--	--	0,042	
5,6	90	120	430	9	0,3	27,0	25,6	24%	--	0,028	--	--	--	0,4	0,028	
5,8	80	130	440	8	0,3	30,0	26,2	23%	--	0,031	25,5	23%	--	--	0,031	
6	80	120	450	8	0,3	30,0	26,2	23%	--	0,031	25,5	23%	--	--	0,031	
6,2	50	90	460	5	0,2	25,0	24,8	15%	--	0,050	--	--	--	0,2	0,050	
6,4	50	80	450	5	0,2	25,0	24,8	15%	--	0,050	--	--	--	0,2	0,050	
6,6	80	90	470	6	0,3	22,5	--	--	0,2	0,042	--	--	--	0,3	0,042	
6,8	50	90	500	5	0,3	15,0	--	--	0,3	0,040	--	--	--	0,3	0,040	
7	60	110	520	6	0,3	18,0	--	--	0,2	0,042	--	--	--	0,3	0,042	
7,2	70	120	530	7	0,4	17,5	--	--	0,3	0,036	--	--	--	0,4	0,036	
7,4	60	120	540	6	0,2	30,0	25,7	20%	--	0,042	25,0	20%	--	--	0,042	
7,6	60	90	560	6	0,2	30,0	25,7	20%	--	0,042	25,0	20%	--	--	0,042	
7,8	70	100	580	7	0,3	26,3	25,5	21%	--	0,036	--	--	--	0,3	0,036	
8	70	110	600	7	0,2	35,0	27,1	21%	--	0,036	26,4	21%	--	--	0,036	
8,2	90	120	630	9	0,5	19,3	--	--	0,4	0,028	--	--	--	0,5	0,028	
8,4	80	150	680	8	0,5	17,1	--	--	0,3	0,031	--	--	--	0,4	0,031	
8,6	80	150	690	8	0,1	60,0	29,5	11%	--	0,063	29,5	11%	--	--	0,063	
8,8	80	150	690	8	0,3	45,0	28,9	20%	--	0,022	28,9	20%	--	--	0,022	
8,8	150	170	700	15	0,3	40,0	28,0	11%	--	0,042	28,0	11%	--	--	0,042	
9	80	130	710	8	0,2	40,0	28,0	11%	--	0,042	28,0	11%	--	--	0,042	
9,2	70	100	730	7	0,3	21,0	--	--	0,3	0,036	--	--	--	0,4	0,036	
9,4	140	190	720	14	0,2	70,0	30,8	19%	--	0,036	30,8	19%	--	--	0,036	
9,6	120	150	730	12												

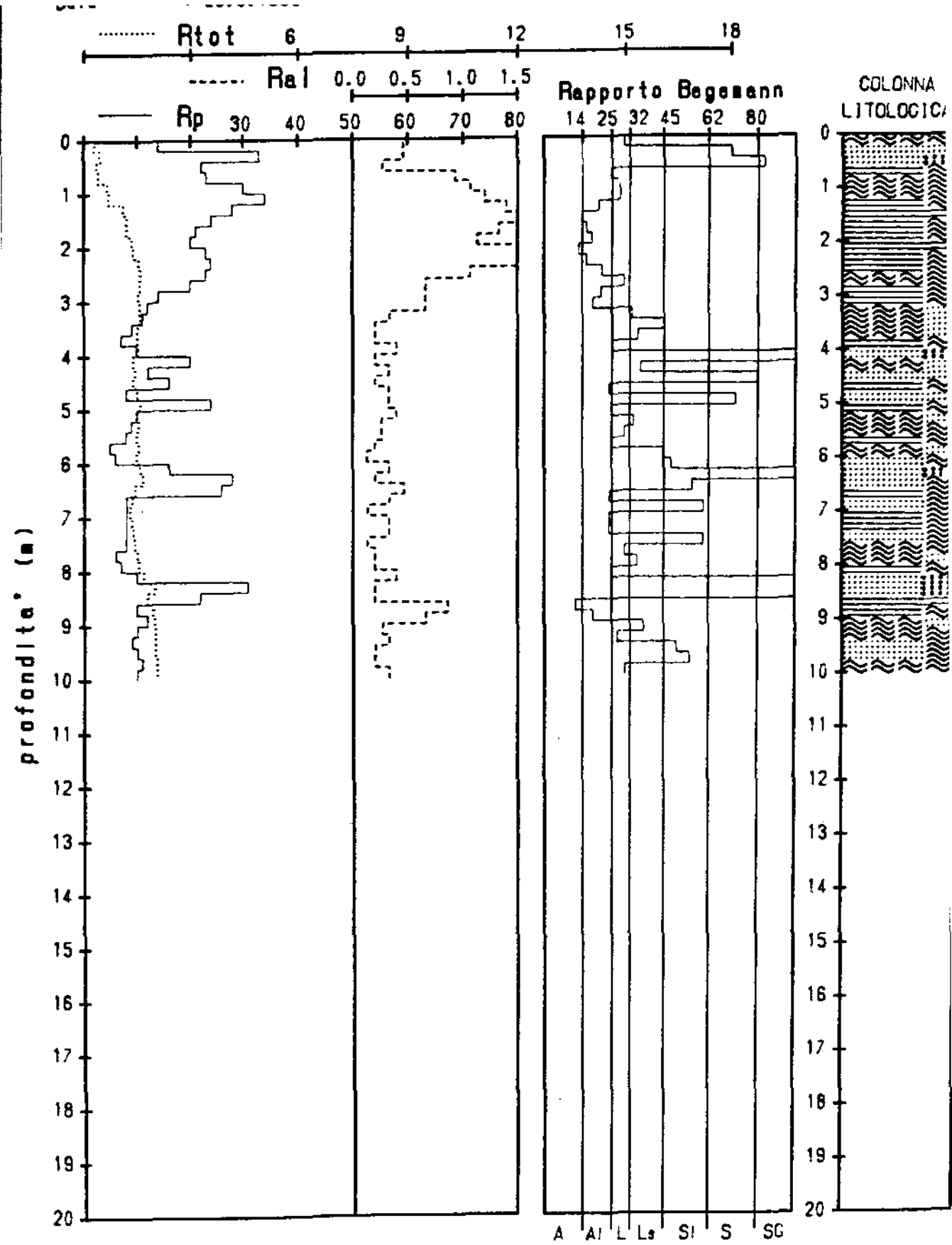
GEOPROVE s.a.s.

IL SOCO ACCOMANDATARIO



Quota assoluta : 13.00 m s.l.m.  
 Quota relativa :

Prof	Rpt	Rat	Rtot	Rp	Ral	Rp/Ral	Fr	Ø	Dr	Cu	mv
0.2	140	210	300	14	0.47	30	3.33	.	.	0.70	17.9
0.4	330	400	450	33	0.47	71	1.41	31	99	.	15.2
0.6	220	260	350	22	0.27	82	1.21	28	76	.	30.3
0.8	230	370	400	23	0.93	25	4.06	.	.	1.15	10.9
1.0	300	460	650	30	1.07	28	3.56	.	.	1.50	0.3
1.2	340	520	700	34	1.20	28	3.53	.	.	1.70	7.4
1.4	200	490	1100	20	1.40	20	5.00	.	.	1.40	7.1
1.6	240	500	1200	24	1.73	14	7.22	.	.	1.20	0.3
1.8	210	410	1200	21	1.33	16	6.35	.	.	1.05	9.5
2.0	200	370	1350	20	1.13	18	5.67	.	.	1.00	10.0
2.2	230	500	1400	23	1.00	13	7.83	.	.	1.15	10.9
2.4	240	470	1550	24	1.53	16	6.39	.	.	1.20	0.3
2.6	230	390	1600	23	1.07	22	4.64	.	.	1.15	0.7
2.8	200	300	1600	20	0.67	30	3.33	.	.	1.00	12.5
3.0	140	240	1550	14	0.67	21	4.76	.	.	0.70	14.3
3.2	120	220	1600	12	0.67	18	5.56	.	.	0.60	16.7
3.4	110	160	1600	11	0.33	33	3.03	22	12	.	30.3
3.6	90	120	1500	9	0.20	45	2.22	20	10	.	55.6
3.8	70	100	1500	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
4.0	100	160	1500	10	0.40	25	4.00	.	.	0.50	25.0
4.2	200	230	1400	20	0.20	100	1.00	27	29	.	33.3
4.4	120	170	1450	12	0.33	36	2.70	22	10	.	27.0
4.6	160	190	1400	16	0.20	00	1.25	26	19	.	41.7
4.8	00	130	1500	0	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
5.0	240	290	1600	24	0.33	72	1.39	28	31	.	20.0
5.2	100	160	1500	10	0.40	25	4.00	.	.	0.50	25.0
5.4	90	130	1550	9	0.27	34	2.96	20	10	.	37.0
5.6	00	120	1500	0	0.27	30	3.33	.	.	0.40	31.3
5.8	50	00	1550	5	0.20	25	4.00	.	.	0.25	50.0
6.0	60	00	1500	6	0.13	45	2.22	20	10	.	03.3
6.2	160	210	1600	16	0.33	48	2.00	24	12	.	31.3
6.4	200	310	1650	20	0.20	140	0.71	29	31	.	23.0
6.6	260	330	1450	26	0.47	56	1.79	27	27	.	19.2
6.8	00	130	1350	0	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
7.0	00	100	1300	0	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
7.2	00	130	1350	0	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
7.4	00	130	1400	0	0.33	24	4.17	.	.	0.40	25.0
7.6	00	100	1450	0	0.13	60	1.67	22	10	.	62.5
7.8	60	90	1500	6	0.20	30	3.33	.	.	0.30	41.7
8.0	70	100	1550	7	0.20	35	2.86	20	10	.	47.6
0.2	100	160	1700	10	0.40	25	4.00	.	.	0.50	25.0
0.4	310	340	2000	31	0.20	155	0.65	30	20	.	21.5
0.6	220	250	1800	22	0.20	110	0.91	20	16	.	30.3
0.8	100	230	1950	10	0.07	12	0.67	.	.	0.50	25.0
9.0	120	220	2000	12	0.67	10	5.56	.	.	0.60	16.7
9.2	100	140	2000	10	0.27	37	2.67	22	10	.	33.3
9.4	90	140	2000	9	0.33	27	3.70	.	.	0.45	27.0
9.6	100	130	2000	10	0.20	50	2.00	22	10	.	50.0
9.8	110	140	2050	11	0.20	55	1.02	23	10	.	45.5
10.0	100	150	2050	10	0.33	30	3.33	.	.	0.50	25.0





**OSSERVAZIONI**

**Tubaggio**

profondità

profilo stratigraf.

**LITOLOGIA**

cementazione

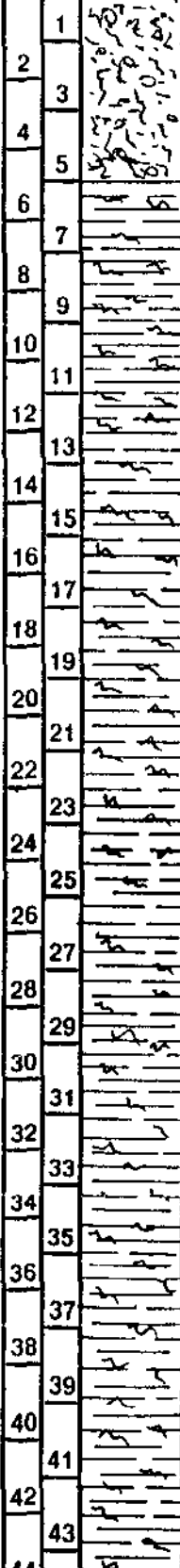
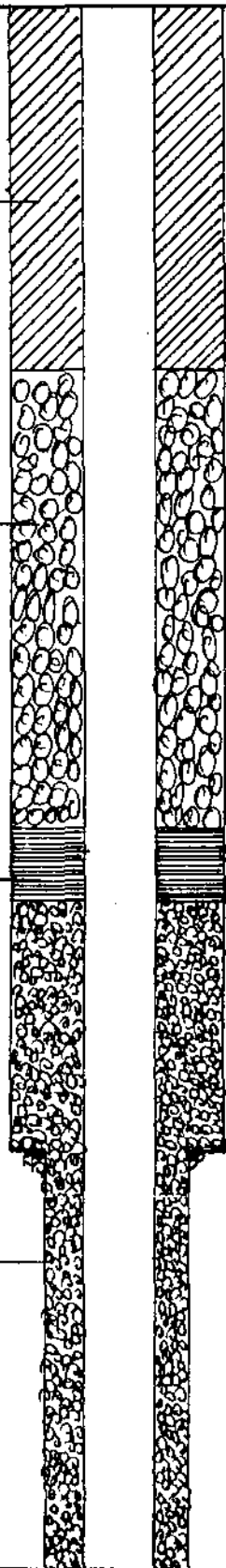
terreno vegetale

drenaggio

tampone in argilla

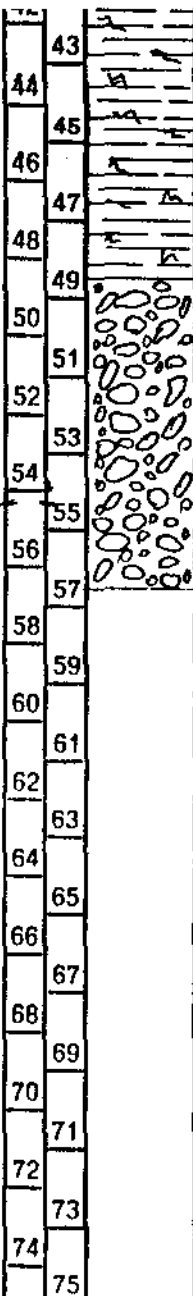
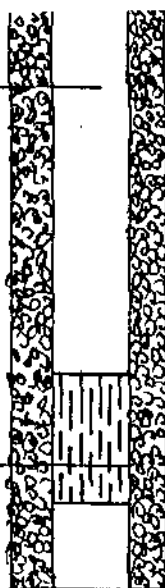
drenaggio

tubazione definitiva Ø 168 mm;



tubazione definitiva  $\varnothing$  168 mm;

filtro a ponte



argilla limosa

ghiaia

### PROVE DI PORTATA

Livello dinamico m. 10

Portata al primo, lt. 220

Livello statico m. 12

Prove eseguite il 08.03.1990





## **PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE P**

### ***TEMPI DI PROPAGAZIONE, PROFONDITA' E VELOCITA' SISMICHE CALCOLATE PER I RIFRATTORI INDIVIDUATI***

Committente : Amministrazione comunale di Calcinaia  
Data : 27/02/2012  
Sismografo : AMBROGEO Echo 24/2002 a 16 bit  
Sorgente : Maglio da 90 Kg  
Linea : ST1  
Lunghezza : 120 ml

0302271 - ST1 ONDE P - TEMPI DI PROPAGAZIONE

<u>Scoppio N°1</u>	Posizione: -50m Geofono	Quota: 12m Tempo di arrivo	1	76.635	8	25.283	17	35.283					
			2	80.827		29.886							
			3	84.233		37.073							
			4	89.342		42.575							
			5	93.665		47.16							
			6	96.94		53.972							
			7	102.049		57.771							
			8	105.455		60.784							
			9	104.669		65.107							
			10	119.896		71.002							
			11	121.689		78.862							
			12	124.974		80.434							
			13	131		83.709							
			14	134.406		88.342							
			15	140.301		93.403							
			16	141.218		96.678							
			17	144.493		103.752							
			18	148.816									
			19	150.519									
			20	152.222									
			21	157.331									
			22	158.117									
			23	160.737									
			24	159.034									
<u>Scoppio N°2</u>	Posizione: -2.5m Geofono	Quota: 12m Tempo di arrivo	1	11.528	8	74.015	10	88.556					
			2	31.833		70.609							
			3	34.715		69.037							
			4	41.003		64.714							
			5	48.339		58.819							
			6	52.138		55.413							
			7	56.985		49.387							
			8	63.011		41.789							
			9	64.714		40.086							
			10	70.74		40.086							
			11	73.229		33.274							
			12	78.862		24.759							
			13	81.744		7.467							
			14	88.556		5.24							
			15	91.831		21.484							
			16	95.892		26.165							
			17	98.953		34.191							
			18	105.455		38.383							
			19	107.289		46.896							
			20	108.861		48.601							
			21	110.695		55.413							
			22	117.769		58.819							
			23	119.079		61.308							
			24	124.188		65.5							
<u>Scoppio N°3</u>	Posizione: 27.5m Geofono	Quota: 12m Tempo di arrivo	1	49.649	8	104.014	10	139.515					
			2	43.23		98.643							
			3	39.3		94.451							
			4	32.468		91.831							
			5	21.746		89.342							
			6	7.467		83.447							
			7	9.17		80.041							
			8			75.718							
			9			69.037							
			10			63.011							
			11			57.902							
			12			50.304							
			13			46.896							
			14			41.789							
			15			38.252							
			16			33.405							
			<u>Scoppio N°4</u>	Posizione: 37.5m Geofono		Quota: 12m Tempo di arrivo		1	104.014	8	74.015	10	88.556
								2	98.643		70.609		
								3	94.451		69.037		
								4	91.831		64.714		
								5	89.342		58.819		
								6	83.447		55.413		
								7	80.041		49.387		
								8	75.718		41.789		
9	69.037	40.086											
10	63.011	40.086											
11	57.902	33.274											
12	50.304	24.759											
13	46.896	7.467											
14	41.789	5.24											
15	38.252	21.484											
16	33.405	26.165											
17		34.191											
18		38.383											
19		46.896											
20		48.601											
21		55.413											
22		58.819											
23		61.308											
24		65.5											
<u>Scoppio N°5</u>	Posizione: 87.5m Geofono	Quota: 12m Tempo di arrivo	1	104.014	8	104.014	10	139.515					
			2	98.643		98.643							
			3	94.451		94.451							
			4	91.831		91.831							
			5	89.342		89.342							
			6	83.447		83.447							
			7	80.041		80.041							
			8	75.718		75.718							
			9	69.037		69.037							
			10	63.011		63.011							
			11	57.902		57.902							
			12	50.304		50.304							
			13	46.896		46.896							
			14	41.789		41.789							
			15	38.252		38.252							
			16	33.405		33.405							
			<u>Scoppio N°6</u>	Posizione: 117.5m Geofono		Quota: 12m Tempo di arrivo		1	128.38	8	74.015	10	88.556
								2	121.83		70.609		
								3	119.341		69.037		
								4	116.983		64.714		
								5	114.887		58.819		
								6	108.861		55.413		
								7	105.455		49.387		
								8	101.263		41.789		
9	93.665	40.086											
10	88.556	40.086											
11	82.53	33.274											
12	80.041	24.759											
13	72.312	7.467											
14	66.417	5.24											
15	64.714	21.484											
16	60.522	26.165											
17	56.199	34.191											
18	52.138	38.383											
19	45.195	46.896											
20	43.23	48.601											
21	38.383	55.413											
22	29.868	58.819											
23	23.973	61.308											
24	8.253	65.5											
<u>Scoppio N°7</u>	Posizione: 165m Geofono	Quota: 12m Tempo di arrivo	1	155.628	8	104.014	10	139.515					
			2	155.628		98.643							
			3	150.519		94.451							
			4	147.113		91.831							
			5	145.41		89.342							
			6	145.41		83.447							
			7	146.327		80.041							
			8	142.79		75.718							
			9	139.515		69.037							
			10	134.406		63.011							
			11	131		57.902							
			12	127.584		50.304							
			13	123.271		46.896							
			14	120.762		41.789							
			15	118.162		38.252							
			16	111.481		33.405							
			17	103.752									
			18	100.346									
			19	95.368									
			20	86.853									
			21	80.827									
			22	80.041									
			23	77.421									
			24	69.037									



---

0302271 - ST1 ONDE P - PROFONDITA' E VELOCITA' SISMICHE

---

Geofono N°	Ascissa	Quota geofono	Velocità strato 1	Profondità strato 2	Velocità strato 2	Profondità strato 3	Velocità strato 3
1	0	12	472.73	4.31	1123.22		
2	5	12	476.03	4.35	1121.68		
3	10	12	480.89	4.39	1119.99		
4	15	12	485.54	4.45	1120.75		
5	20	12	490.67	4.51	1123.39		
6	25	12	495.76	4.57	1123.56		
7	30	12	500.02	4.64	1121.35		
8	35	12	503.38	4.7	1117.12		
9	40	12	506.27	4.76	1113.48		
10	45	12	508.89	4.84	1114.79		
11	50	12	510.53	4.92	1118.2		
12	55	12	514	5.01	1118.96		
13	60	12	517.85	5.1	1116.31		
14	65	12	521.4	5.19	1109.71		
15	70	12	525.14	5.28	1101.23		
16	75	12	528.54	5.38	1094.13		
17	80	12	529.25	5.48	1090.39		
18	85	12	528.69	5.58	1087.85		
19	90	12	528.01	5.68	1083.39		
20	95	12	526.57	5.77	1076.17		
21	100	12	525.32	5.84	1064.74		
22	105	12	524.12	5.91	1055.34		
23	110	12	523.01	5.95	1048.96		
24	115	12	522.04	5.99	1046.07		



## **PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE SH**

### ***TEMPI DI PROPAGAZIONE, PROFONDITA' E VELOCITA' SISMICHE CALCOLATE PER I RIFRATTORI INDIVIDUATI***

Committente : Amministrazione comunale di Calcinaia

Data : 27/02/2012

Sismografo : AMBROGEO Echo 24/2002 a 16 bit

Sorgente : Mazza da 10 Kg

Linea : ST1

Lunghezza : 120 ml



## **PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE SH**

### ***TEMPI DI PROPAGAZIONE, PROFONDITA' E VELOCITA' SISMICHE CALCOLATE PER I RIFRATTORI INDIVIDUATI***

Committente : Amministrazione comunale di Calcinaia

Data : 27/02/2012

Sismografo : AMBROGEO Echo 24/2002 a 16 bit

Sorgente : Mazza da 10 Kg

Linea : ST1

Lunghezza : 120 ml

**0302272 - ST1 ONDE SH - TEMPI DI PROPAGAZIONE**

<u>Scoppio N°1</u>	<u>Posizione: -50m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo	<u>Scoppio N°2</u>	<u>Posizione: -2.5m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo	<u>Scoppio N°3</u>	<u>Posizione: 27.5m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo	<u>Scoppio N°4</u>	<u>Posizione: 57.5m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo	<u>Scoppio N°5</u>	<u>Posizione: 87.5m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo	<u>Scoppio N°6</u>	<u>Posizione: 117.5m</u> Geofono	<u>Quota: 12m</u> Tempo di arrivo
	1	290.427		1	11.528		1	465.705		1	311.518		1	485.705		1	621.333
	2	327.762		2	37.466		2	454.308		2	288.855		2	425.085		2	601.814
	3	356.975		3	61.832		3	425.085		3	261.214		3	399.157		3	582.426
	4	384.485		4	87.77		4	371.516		4	235.276		4	372.611		4	556.06
	5	415.27		5	116.555		5	340.731		5	204.491		5	290.427		5	536.969
	6	446.186		6	149.34		6	316.365		6	176.981		6	272.611		6	494.787
	7	467.277		7	172.134		7	292.13		7	152.615		7	243.988		7	468.849
	8	491.643		8	211.041		8	262.917		8	120.127		8	212.613		8	446.186
	9	517.581		9	233.704		9	233.704		9	95.892		9	196.369		9	407.279
	10	522.428		10	267.764		10	202.919		10	88.251		10	183.358		10	387.76
	11	556.488		11	298.549		11	172.134		11	82.53		11	175.278		11	343.303
	12	567.885		12	321.212		12	149.34		12	8.253		12	162.613		12	313.221
	13	592.12		13	353.7		13	123.402		13	39.038		13	152.615		13	286.855
	14	606.792		14	373.219		14	92.617		14	39.038		14	120.127		14	264.489
	15	634.302		15	400.729		15	68.251		15	63.404		15	95.892		15	233.704
	16	648.843		16	428.37		16	46.849		16	63.404		16	82.53		16	214.185
	17	669.934		17	465.705		17	262.917		17	63.404		17	75.001		17	185.103
	18	682.903		18	486.796		18	202.919		18	62.917		18	739.757		18	160.737
	19	699.147		19	509.459		19	172.134		19	62.917		19	702.422		19	131.524
	20	719.19		20	524		20	149.34		20	62.917		20	721.941		20	97.464
	21	740.412		21	548.366		21	123.402		21	62.917		21	756.001		21	78.358
	22	754.56		22	575.676		22	92.617		22	62.917		22	788.358		22	78.358
	23	768.708		23	588.845		23	64.976		23	62.917		23	825.821		23	78.358
	24	797.004		24	608.936		24	37.466		24	62.917		24	853.821		24	78.358






---

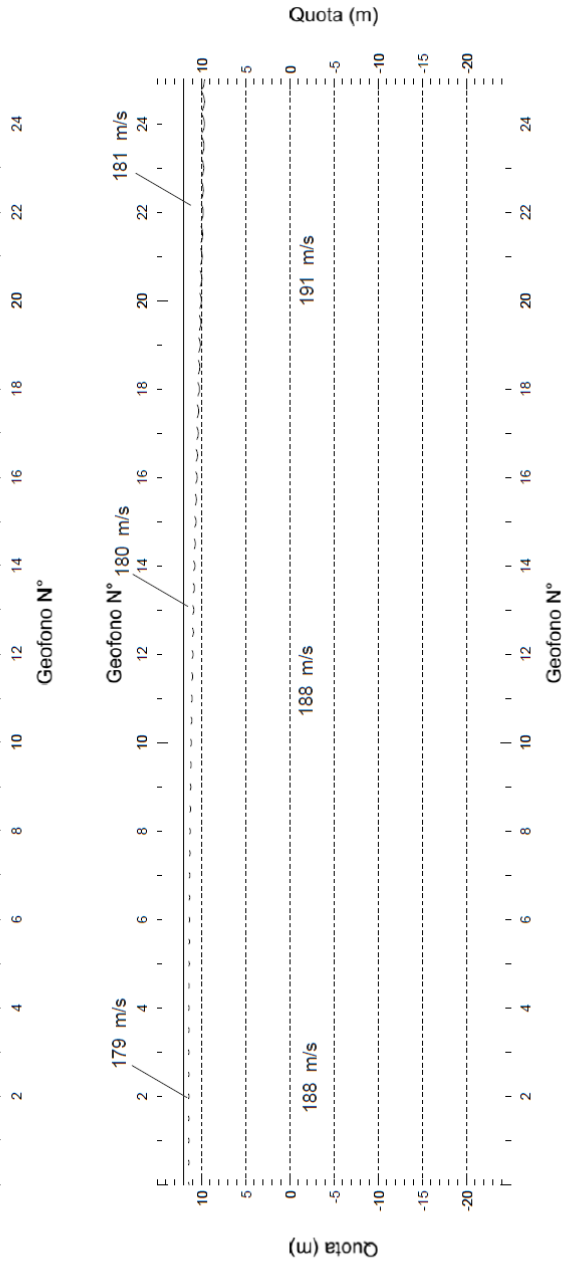
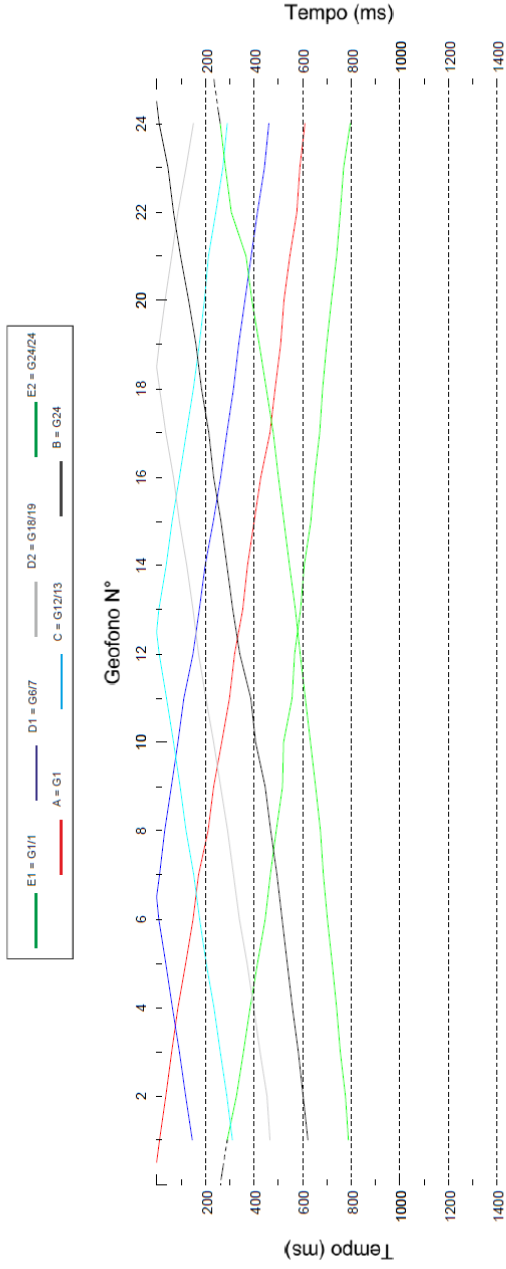
0302272 - ST1 ONDE SH - PROFONDITA' E VELOCITA' SISMICHE

---

Geofono N°	Ascissa	Quota geofono	Velocità strato 1	Profondità strato 2	Velocità strato 2	Profondità strato 3	Velocità strato 3
1	0	12	179.15	11.37	188.71		
2	5	12	179.15	11.37	188.76		
3	10	12	179.15	11.37	189.12		
4	15	12	179.15	11.36	189.16		
5	20	12	179.15	11.34	189.12		
6	25	12	179.05	11.31	188.8		
7	30	12	179.12	11.28	188.54		
8	35	12	179.33	11.23	188.35		
9	40	12	179.63	11.17	188.24		
10	45	12	179.89	11.1	188.21		
11	50	12	180.33	11.02	188.25		
12	55	12	180.88	10.93	188.31		
13	60	12	181.12	10.82	188		
14	65	12	181.18	10.71	188.11		
15	70	12	181.29	10.59	188.37		
16	75	12	181.34	10.46	189.04		
17	80	12	181.15	10.33	189.67		
18	85	12	181.04	10.21	190.24		
19	90	12	181.04	10.08	190.62		
20	95	12	181.04	9.97	190.87		
21	100	12	181.04	9.88	191.04		
22	105	12	181.04	9.79	191.14		
23	110	12	181.04	9.72	191.33		
24	115	12	181.04	9.66	191.38		

**LEGENDA**

-  Tempi dei primi arrivi ai geofoni
-  Profilo topografico
-  Distanza dalla superficie topografica del limite di strato
-  1100 m/s
-  Velocità sismica dello strato



**INDAGINE SISMICAA  
 RIFRAZIONE IN ONDE SH**

Comm: Amm. Com. di Calcinaiia  
 Località: Saletta  
 Data: 26/02/2012

Linea: ST1\_SH ID: 1202262



GAIA Servizi S.n.c.  
 di Massimiliano Vancocci & C.  
 Via Lenin, 132 - S. Giuliano T. (PI)  
 P.Iva: 01667250508  
 Azienda Certificata ISO 9001:2008  
 Tel/Fax: 050 9910582  
 e-mail: info@gaiaservizi.com

Indagini Geognostiche ed Ambientali



**AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
 DI CALCINAIA**

**PROSPERZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE  
 CON ONDE P ED SH**

**SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA**

Basi sismiche: ST1 - 1202271 (onde P);  
 ST1 - 1202272 (onde SH)

Località: Saletta


Data: 27/02/2012

**LEGENDA**

**250 m/s** Velocità sismica onde P in metri al secondo

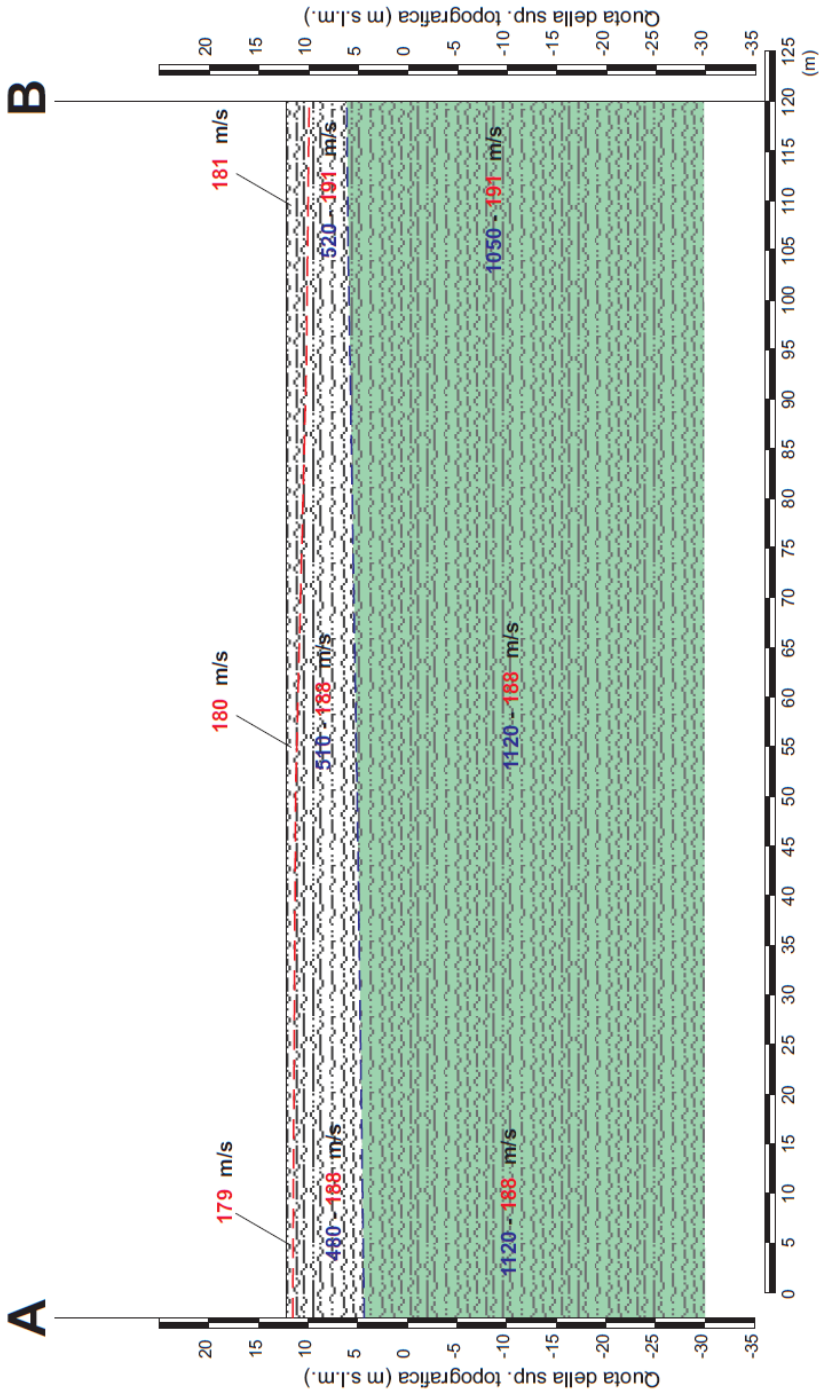
**250 m/s** Velocità sismica onde SH in metri al secondo

 Limi sabbiosi, argille limose, sabbie limose, sabbie da poco a mediamente compatti - mediamente addensati, sopra la falda acquifera

 Limi sabbiosi, argille limose, sabbie limose, sabbie più consistenti, mediamente addensati-compatti e/o con maggiore grado di umidità rispetto allo strato sovrastante

 Andamento del rifrattore secondo le onde SH

 Andamento del rifrattore secondo le onde P



**ST1**

**Scala 1/500**

## TROMO\_9

Coordinate Gauss-Boaga: 1630225 4837095

Dataset: CLCN09.SAF  
Sampling frequency (Hz): 128 (*resampled*)  
Window length (sec): 20  
Length of analysed temporal sequence (min): 29.2  
Tapering (%): 10  
Spectral smoothing (triangular window): 5%

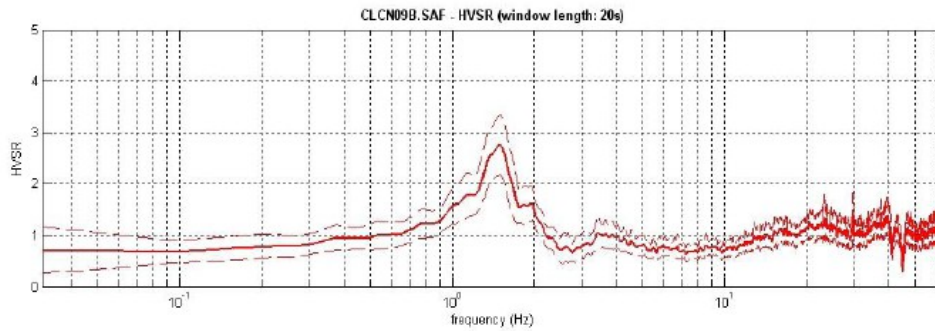
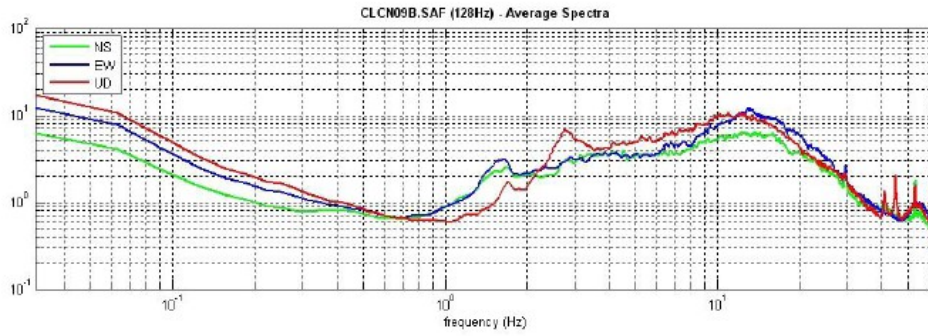


Figura 47: Stazione TROMO\_9



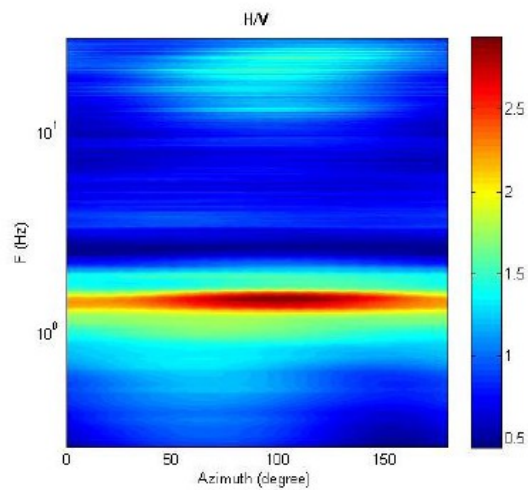
## TROMO\_9

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectra and Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

### DIREZIONALITA' H/V



## TROMO\_9

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.5 ( $\pm 0.19$ )

Peak HVSR value: 2.8 ( $\pm 0.6$ )

### Check-list corrispondenza analisi agli standard SESAME

#### === Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1.  $[f_0 > 10/Lw]$ :  $1.5 > 0.5$  (OK)
- #2.  $[nc > 200]$ :  $5301 > 200$  (OK)
- #3.  $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$  (OK)

#### === Criteria for a clear H/V peak =====

- #1.  $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$ : yes, at frequency 1.0Hz (OK)
- #2.  $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$ : yes, at frequency 2.1Hz (OK)
- #3.  $[A_0 > 2]$ :  $2.8 > 2$  (OK)
- #4.  $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$ : (OK)
- #5.  $[\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)]$ :  $5.324 > 0.153$  (NO)
- #6.  $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$ :  $0.583 < 1.78$  (OK)

## TROMO\_10

Coordinate Gauss-Boaga: 1630045 4836635

Dataset: CLCN10.SAF

Sampling frequency (Hz): 128 (*resampled*)

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 27.4

Tapering (%): 10

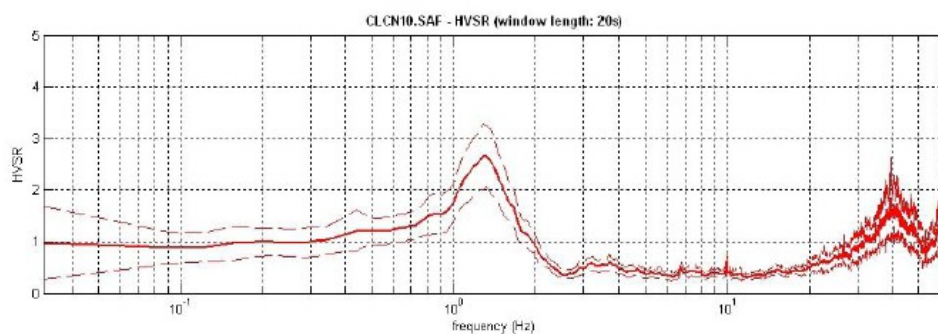
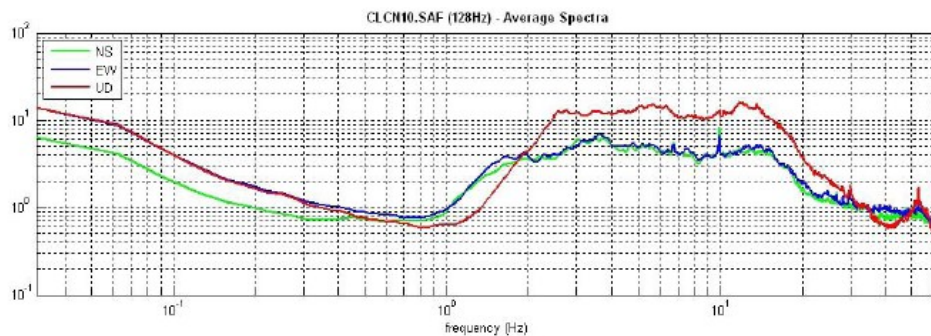
Spectral smoothing (triangular window): 5%



Figura 48: Stazione TROMO\_10

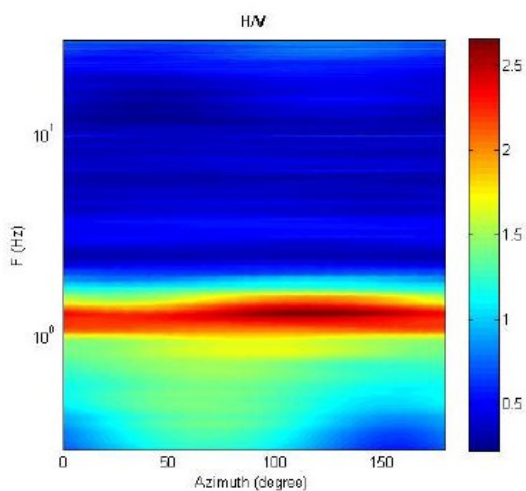
## TROMO\_10

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



To insert the HVSR (also jointly with MABV or P&M data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrums, Modeling & Picking" panel and upload the saved HV curve

### DIREZIONALITA' H/V



**GAIA Servizi S.n.c.**

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582 e-mail: info@gaiaservizi.com - p. IVA 01667250508

## TROMO\_10

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.3 ( $\pm 0.16$ )

Peak HVSR value: 2.7 ( $\pm 0.6$ )

### Check-list corrispondenza analisi agli standard SESAME

#### === Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1.  $[f_0 > 10/Lw]$ :  $1.3 > 0.5$  (OK)
- #2.  $[nc > 200]$ :  $4383 > 200$  (OK)
- #3.  $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$  (OK)

#### === Criteria for a clear H/V peak =====

- #1.  $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$ : yes, at frequency 0.8Hz (OK)
- #2.  $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$ : yes, at frequency 1.8Hz (OK)
- #3.  $[A_0 > 2]$ :  $2.7 > 2$  (OK)
- #4.  $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$ : (OK)
- #5.  $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)]$ :  $1.441 > 0.134$  (NO)
- #6.  $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$ :  $0.593 < 1.78$  (OK)

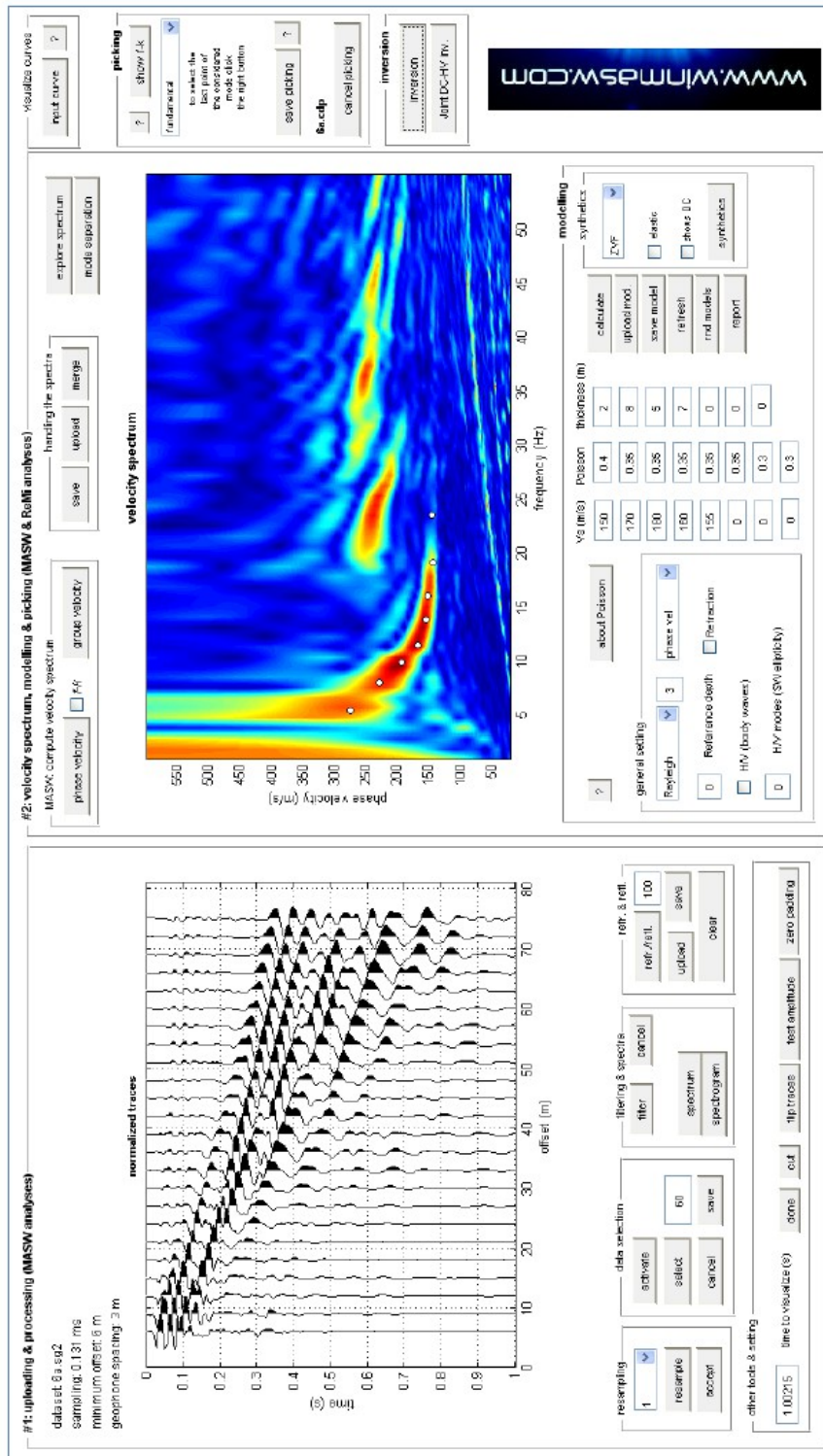


Figura 23: Indagine MASW5: Sismogramma, spettro di velocità, spettro e curva di dispersione individuata (picking) (off-set 6m su G1)

GAIA Servizi S.n.c.  
 Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano Terme (PI)  
 Tel./Fax: 050 9910582 e-mail: info@gaiservizi.com - p. IVA 01667250508

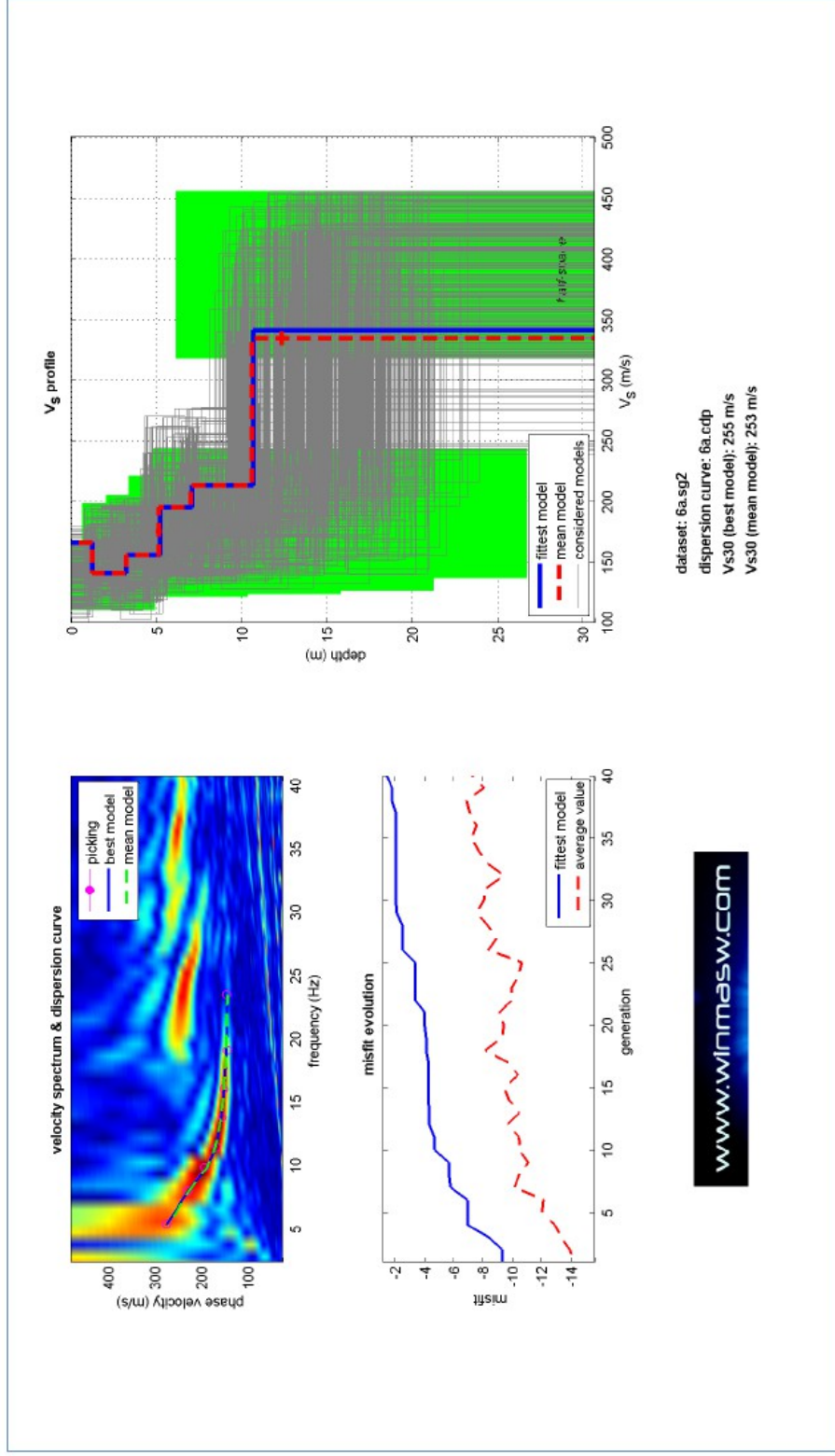


Figura 24: Indagine MASW5: Spettro osservato, curve di dispersione *piccate* e curve del modello individuato dall'*in*versione; profilo verticale  $V_s$  identificato; grafico *misfit*-generazione (*off-set 6m su G1*)

GAIA Servizi S.n.c.

Via Lenin, 132 - 56017 San Giuliano Terme (PI)

Tel./Fax: 050 9910582 e-mail: info@gaiservizi.com - p. IVA 01667250508

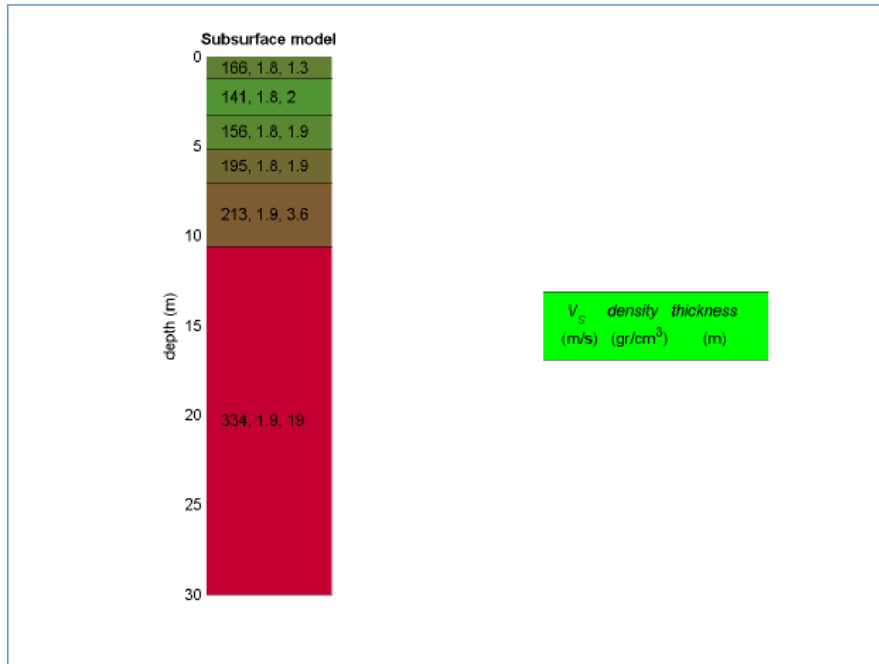


Figura 25: Indagine MASW5: Modello sismo stratigrafico

**MASW5: Modello medio**

Vs (m/s): 166, 141, 156, 195, 213, 334  
 Standard deviations (m/s): 0, 0, 0, 0, 0, 6  
 Thickness (m): 1.3, 2.0, 1.9, 1.9, 3.6  
 Standard deviations (m/s): 0.0, 0.0, 0.2, 0.0, 0.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.80 1.76 1.78 1.84 1.86 1.94  
 Shear modulus (MPa) (approximate values): 50 35 43 70 84 216

Analyzing Phase velocities  
 Considered dispersion curve: 6a.cdp  
 Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson  
 Vp (m/s): 346 294 325 406 443 625  
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30

Vs30 (m/s): 253



**INDAGINE SISMICA CON ONDE DI SUPERFICIE (MASW)  
SVOLTA IN VIA DEGLI ALLORI, FRAZ. OLTRARNO  
COMUNE DI CALCINAIA (PI)**



**RAPPORTO INTERPRETATIVO**

**Premessa**

*La presente indagine sismica è stata svolta con analisi delle onde di superficie (metodo masw) in via degli Allori, Fraz. Oltrarno, Comune di Calcinaia (PI), per giungere alla determinazione del parametro Vs30 necessaria per la attribuzione della categoria di suolo di fondazione ai sensi delle Norme Tecniche per le costruzioni.*

**Strumentazione utilizzata**

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da:

sistema di energizzazione – le sorgenti utilizzate per generare le onde di superficie tipo Rayleigh (utilizzate nell'analisi MASW) consistono in una massa battente da 10 kg ed in un cannoncino esploditore armato con cartucce cal.8 industriali tipo KILN;

Sistema di ricezione – 24 geofoni verticali con frequenza propria a 4,5 Hz, in grado di tradurre in un segnale elettrico la velocità con cui si sposta il suolo al passaggio delle onde sismiche prodotte;

sistema di acquisizione - sismografo Dolang mod. JEA ESAC247 con memoria dinamica a 24 bit, attrezzato con 24 dataloggers, uno per canale, per un totale di 24 canali. Il sistema è in grado di convertire in digitale e di registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale del sistema di ricezione;

trigger – un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta, oppure con la vibrazione provocata nell'istante in cui avviene l'esplosione nel cannoncino. L'impulso viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati in modo da individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione (tempo  $t = 0$  millisec).

**Indagine MASW: metodologia ed acquisizione**

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio S sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza dei vari geofoni posti lungo uno stendimento sulla superficie del suolo. Questa è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Nelle prospezioni sismiche la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh: queste sono onde cilindriche che viaggiano sulla superficie del semispazio, le cui due componenti del moto formano una ellisse nel piano verticale; in un semispazio omogeneo non sono dispersive e la loro velocità corrisponde a  $0,92V_s$ , mentre in un semispazio disomogeneo come un terreno stratificato sono dispersive (cioè diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di gruppo) e di conseguenza la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra 0 e  $0,92V_s$ . Ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione. Pertanto attraverso un algoritmo di inversione della curva di dispersione delle onde Rayleigh si può ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1-D) che descrive la variazione di velocità delle onde S con la profondità, e quindi si può determinare il parametro  $V_{s30}$ . I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli ed orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicazione può essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a  $20^\circ$ , sia della topografia che delle geometrie degli strati sepolti. I metodi basati sull'analisi delle onde di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati (come accade nella sismica a rifrazione) dalla presenza di inversioni della velocità.

La metodologia utilizzata consiste essenzialmente nel calcolare la curva di dispersione sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio – tempo lungo lo stendimento, energizzando alternativamente ai due estremi; poi si procede con la determinazione della curva di dispersione apparente numerica (Roma, 2001) e della curva di dispersione effettiva numerica (Lai – Rix, 1998), da cui in seguito si ottiene il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_{sv}$ . L'affidabilità del profilo di velocità calcolato con il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo fra la curva di dispersione sperimentale e quella numerica.

L'acquisizione è stata svolta lungo una linea sismica avente lunghezza complessiva di 46 m all'interno del lotto oggetto d'intervento, come risulta dalla planimetria schematica riportata sul frontespizio, posizionando i geofoni (ricevitori) da 4,5 Hz e settando opportunamente il sismografo nella seguente configurazione:

lunghezza stendimento geofoni 46 m

n° geofoni 24

distanza intergeofonica 2 m

n° punti di energizzazione 2 (uno per estremo), a -4 m ed a 50 m

durata acquisizione 2048 msec

intervallo di campionamento 1 msec

n° di campioni per traccia 2048

max. frequenza campionabile 1000 Hz

L'elaborazione è stata svolta utilizzando il software Seisimager/Surface Wave analysis della OYO Corporation. Per l'analisi dei dati è stata utilizzata la registrazione dello shot effettuato a -4 m, ottenendo un profilo 1-D attendibile della velocità delle onde S fino a -30 m di profondità.

### **Risultati ottenuti**

Attraverso l'analisi dello spettro della curva di dispersione è stato possibile ottenere il modello di velocità  $V_s$  nei primi 35 m. Osservando nel dettaglio il modello di velocità ottenuto si evince che:

- La  $V_s$  risulta comunque piuttosto bassa, con  $V_s$  inferiore a 200 m/sec nei primi 18 m di profondità, indicando la presenza di terreni dotati di una rigidità modesta;
- Da 0 m a 2 m di profondità la  $V_s$  è circa compresa fra 130 e 150 m/sec, indicativa di terreni dotati di scarsa consistenza;
- Nel complesso si osserva un modesto incremento della  $V_s$  con la profondità, indicante un miglioramento della rigidità, sempre restando su valori tipici di sedimenti alluvionali poco consistenti, con valore massimo di  $V_s$  pari a 226 m/sec raggiunto a -30 m.

Questo modello di velocità (visibile negli allegati) permette la determinazione del parametro **V<sub>s30</sub>** attraverso la relazione:

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

dove h è lo spessore dello strato i-esimo e V è la velocità delle onde S al suo interno. Nel caso in esame si ottiene

$$\mathbf{V_{s30} = 188 \text{ m/sec}}$$

Sulla base di quanto fin qui esposto il profilo stratigrafico può essere riferibile alla categoria **C** ai sensi del D.M. 14/01/08.

Si rimane a disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento.

Lucca, 6 ottobre 2017



Il tecnico incaricato delle indagini  
Dott. Geol. Edoardo Gemignani

A handwritten signature in black ink, appearing to be "E. Gemignani".

---

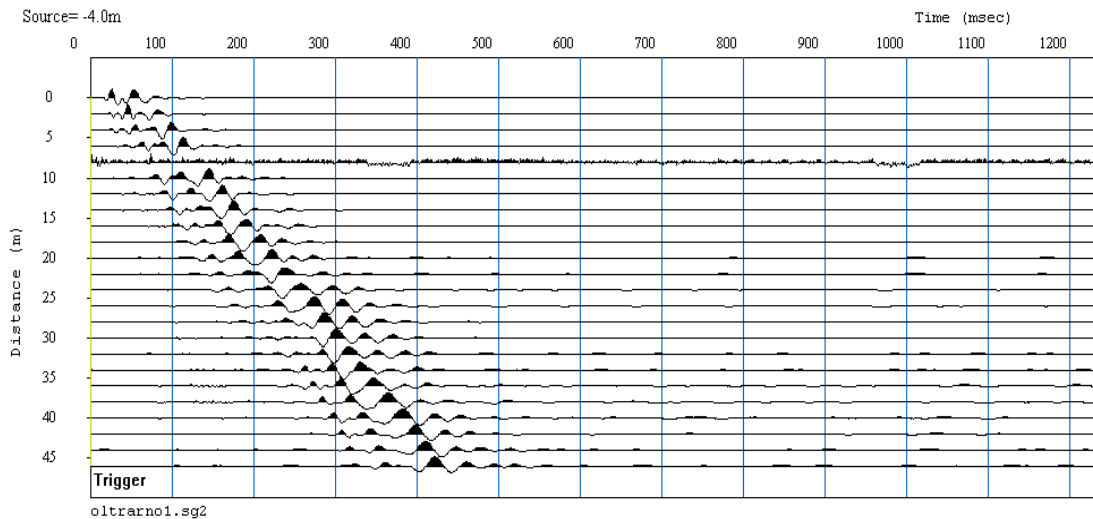
## Allegati

Elaborati MASW:

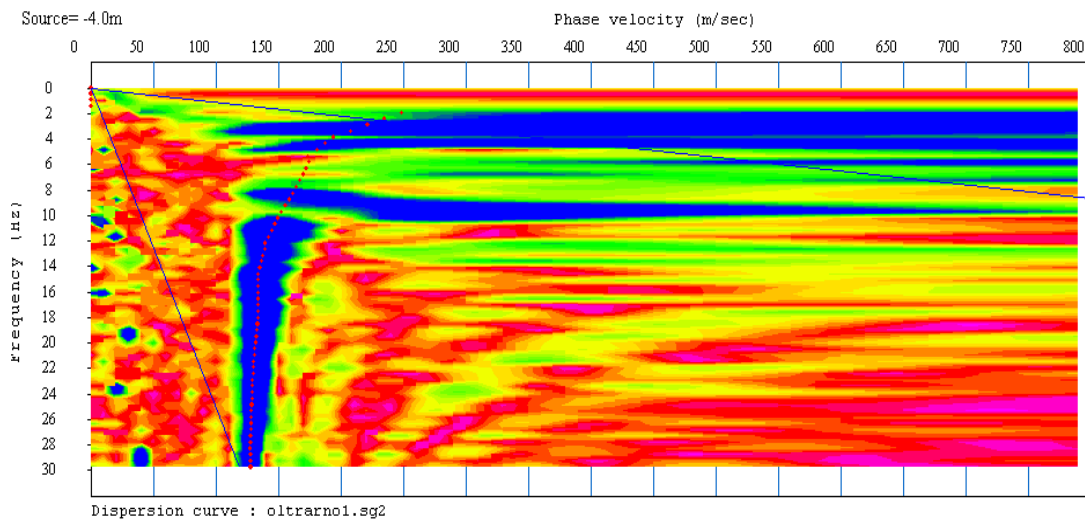
- 1) sismogramma utilizzato per l'elaborazione
- 2) spettro curva dispersione con picking,
- 3) confronto fra la curva di dispersione ottenuta dal picking e curva del modello generato dall'inversione
- 4) Modello Vs – profondità

ELABORATI MASW

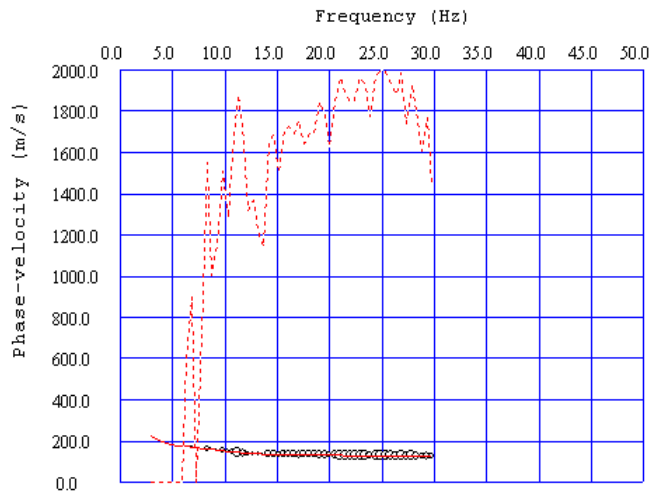
1) sismogramma registrato utilizzato per l'elaborazione



2) spettro di potenza della curva di dispersione



3) curva di dispersione ottenuta dal picking e grafico di attendibilità del modello generato dall'inversione



4) modello di velocità delle onde S

**Vs30 = 188 m/sec**

