



**COMUNE DI SANTA FIORA**

(PROVINCIA DI GROSSETO)

## **REGOLAMENTO URBANISTICO**

Art. 65 L. R. 3 gennaio 2005 n.1

**FATTIBILITA' GEOLOGICA  
RELAZIONE**

IL GEOLOGO

Dott. Daniele Nenci

## 1. PREMESSA

La presente relazione riferisce i risultati degli studi geologico-tecnici eseguiti a supporto del **Regolamento Urbanistico del Comune di Santa Fiora**. L'indagine è stata effettuata in ottemperanza alle nuove normative territoriali, stabilite dal **D.P.G.R. 53R/2011**, sulle modalità di esecuzione delle indagini geologiche a supporto degli strumenti urbanistici.

Sono inoltre state recepite le indicazioni delle discipline del nuovo **Piano di Indirizzo Territoriale** della Regione Toscana relative all'Art. 36 "Lo statuto del Territorio toscano. Misure generali di salvaguarda". Infine è stata recepita la norma dettata dall'Art. 1 L.R. 21/2012 e dall'Art. 36 commi 3, 4 e 5 del PIT, in merito alla tutela dei corsi d'acqua, evidenziandone la necessità del rispetto nelle singole schede di fattibilità degli interventi interessati dai corsi d'acqua ricompresi nel reticolo del P.A.I..

E' stata anche recepita la **richiesta di integrazioni dell'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Area vasta Grosseto – Siena** (prot. n. 80126 del 24/3/2014) in merito alle indagini geologico tecniche prodotte nel dicembre 2013 in concomitanza con l'adozione del R.U. da parte del Comune di Santa Fiora.

In particolare, nel presente documento è contenuta la definizione delle **Fattibilità geomorfologica e idraulica** e le metodologie di assegnazione della Classe di Fattibilità agli interventi proposti, tenendo presente le indicazioni fornite dalle indagini geologiche eseguite per il Piano Strutturale comunale riguardo a:

- ***Pericolosità geomorfologica***
- ***Pericolosità idraulica***
- ***Pericolosità geologica e idraulica derivante all'adeguamento ai Piani di Assetto Idrogeologico dei bacini del Fiume Ombrone e del Fiume Fiora***

Contestualmente al presente regolamento sono state realizzate all'interno e limitatamente alle singole U.T.O.E., le analisi di **livello 1** dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle

informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Ai dati già presenti negli archivi comunali e regionali si sono aggiunte apposite misurazioni del rumore sismico di fondo (prove **HVSR**) eseguite all'interno delle diverse U.T.O.E.. Tutti questi dati hanno consentito di redigere, in ottemperanza della DGR 741 del 06-08-2012, la carta delle "**Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**", e la "**Carta delle frequenze fondamentali dei depositi**". Le analisi hanno preso in considerazione le diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico-tecnico delle aree, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna.

**In conseguenza del salto di scala e del maggior dettaglio della carta**, è possibile che nella carta MOPS i confini di alcune zone in frana o di altri elementi geomorfologici presentino delle **modifiche** rispetto alle carte della Pericolosità geomorfologica e di adeguamento al P.A.I..

A partire dalla carta MOPS si sono derivate le classi di pericolosità che hanno consentito la redazione della **Carta della Pericolosità sismica** nella quale le aree studiate sono state inserite in 4 classi di pericolosità sismica crescenti da S1 a S4; queste ultime, insieme alla pericolosità geomorfologica ed idraulica, hanno determinato la Fattibilità geologico-sismica e la Fattibilità idraulica delle previsioni del R.U. condizionando altresì la tipologia di indagini da eseguire nella fasi progettuali successive.

Per quanto riguarda invece la **compatibilità degli interventi proposti con le norme di tutela** degli acquiferi all'inquinamento, in ottemperanza alle Schede del Piano di Coordinamento Provinciale di Grosseto (2009), sono stati utilizzati gli studi redatti per il Piano Strutturale comunale per

individuare gli interventi ricadenti in aree sensibili alla contaminazione delle falde idriche; a questo proposito dobbiamo chiarire che le carte del Piano Strutturale erano state approvate prima dell'adozione del P.T.C. provinciale e, pertanto, la classificazione della vulnerabilità delle falde non corrisponde con le classi individuate dal P.T.C.. Per ovviare a tale inconveniente, sono state effettuate delle correlazioni di cui si rende conto nel paragrafo 3 della presente relazione.

## **2. METODOLOGIA ADOTTATA PER L'ASSEGNAZIONE DELLA FATTIBILITÀ**

La valutazione delle fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente e di trasformazione edilizia previsti dal Regolamento Urbanistico, si basa sulle classificazioni della Pericolosità Geomorfologica in scala 1:10.000 (**TAV. 06 del PS**), della Pericolosità Idraulica in scala 1:10.000 (**TAV. 07 del PS**), della Vulnerabilità della falda (**TAV. 08 del PS**), della Carta di adeguamento al P.A.I. Pericolosità Idraulica in scala 1:10.000 (**TAV. 09 del PS**), della Carta di adeguamento al P.A.I. Pericolosità Geologica in scala 1:10.000 (**TAV. 10 del PS**), della Carta MOPS e della Carta della Pericolosità sismica in scala 1:2.000 (**TAVV. RU G1; TAVV. RU G2**) redatte contestualmente al presente R.U..

Dalla sovrapposizione delle carte della Pericolosità geomorfologica, sismica, idraulica, della Vulnerabilità della falda, dell'adeguamento al P.A.I. e delle destinazioni d'uso previste è stato attribuito il **grado di Fattibilità Geomorfologica, il grado di Fattibilità Idraulica e il grado di Fattibilità sismica dei singoli interventi localizzati e definiti**, riportati nelle **TAVV. G4a-b-c-d-e del RU**, secondo i criteri descritti ampiamente di seguito<sup>1</sup>.

### **Classe di Fattibilità FG4 – Fattibilità limitata**

Questa classe equivale a livelli di rischio elevato dovuti essenzialmente alla presenza di aree in frana attiva; sono quindi aree a livello di rischio elevato per qualsiasi tipo di utilizzo che non sia

---

<sup>1</sup> La Fattibilità sismica è indicata solo sulle schede dei singoli interventi e non anche sulla tavole di fattibilità.

puramente conservativo o di ripristino. Si fa presente che, proprio in fase di studio del territorio, sono stati fortemente limitati tutti gli interventi ricadenti in classe di pericolosità geomorfologica 4 e, quindi, nelle aree in cui sono risultati evidenti fenomeni di dissesto attivo.

Gli interventi classificati in FG4 dovranno pertanto rispettare i seguenti criteri generali:

a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;

b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;

e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:

- previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento;
- installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

**Classe di Fattibilità FG3 - Fattibilità condizionata**

Equivale a livelli di rischio medio-alti dovuti essenzialmente a pendii il cui stato di equilibrio può essere messo in crisi da interventi anche di non eccessivo impegno.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

a) la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;

b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:

- non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;
- consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;

c) in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;

d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;

e) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Classe di Fattibilità FI4 - Fattibilità limitata**

Questa classe equivale a livelli di rischio elevato dovuti essenzialmente alla presenza di pericolo di esondazione; sono quindi aree a livello di rischio elevato per qualsiasi tipo di utilizzo che non sia puramente conservativo o di ripristino. Si fa presente che, proprio in fase di studio del territorio, sono stati fortemente limitati tutti gli interventi ricadenti in classe di pericolosità idraulica 4 e, quindi, nelle aree in cui sono risultati evidenti rischio di esondazione o di ristagno e deflusso difficoltoso delle acque.

Gli interventi classificati in FI4 dovranno pertanto rispettare i seguenti criteri generali:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:
  - sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);
  - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

- e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;
- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
- i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
- l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.



**Classe di Fattibilità FI3 - Fattibilità condizionata**

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) del paragrafo precedente. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;

c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;

d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;

e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

**Classe di Fattibilità FG2 ed FI2 - Fattibilità con normali vincoli**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Equivale a livelli di basso rischio che si hanno in zone non sufficientemente note, per le quali risulta necessario, a livello di progettazione esecutiva, un approfondimento di studio mediante l'esecuzione di indagini geofisiche ed a prove geotecniche (in situ e/o di laboratorio) elaborate per mezzo di metodologie ufficialmente riconosciute. E' ammesso anche il riferimento ad indagini geofisiche e geognostiche realizzate in aree adiacenti, purché riferite a contesti geologici, geomorfologici e geotecnici analoghi.

A questa classe sono stati attribuiti interventi edilizi, di vario genere ed entità, che ricadono generalmente in aree di pericolosità bassa comunque non sufficientemente note.

**Classe di Fattibilità FG1 ed FI1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Questa classe indica che la destinazione d'uso prevista ha un livello di rischio "irrilevante" per il quale si ritiene che non vi siano particolari limitazioni di natura geologica e geotecnica; a questa classe sono stati attribuiti interventi edilizi di modesta entità (interventi di semplice manutenzione ordinaria, senza aumento di carico urbanistico o senza necessità di movimentazione terra) con i quali non si interviene sulle strutture portanti e, soprattutto, non si altera la distribuzione delle tensioni sul terreno di fondazione.

Ricadono in questa classe, indipendentemente dal grado di pericolosità, tutti gli interventi di sistemazione a verde e ambientale nei quali non sono previsti interventi edificatori.

In questi casi la caratterizzazione geotecnica del terreno, quando necessaria, può essere ottenuta indirettamente per mezzo di raccolta dati; i calcoli geotecnici di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi, ma la validità delle soluzioni progettuali adottate deve essere, comunque, motivata con un'apposita relazione.

Per gli interventi localizzati e definiti (IED, PUA e PU previste dalle NTA de R.U.), oltre alla indicazione del grado di fattibilità nella cartografia sopra ricordata, sono state elaborate delle **single schede** dove sono riassunte le **condizioni di pericolosità** e sono esplicitate **condizioni di fattibilità e indagini da eseguire** ai fini della valida formazione del titolo abilitativo alla attività edilizia. La stessa cosa è stata fatta per le **nuove infrastrutture pubbliche** (viabilità, parcheggi e verde) o per la modifica di quelle esistenti. Per quanto riguarda la tipologia delle indagini da effettuarsi si dovrà fare riferimento a quanto riportato nella **D.P.G.R.T. n°36/R/2009** in relazione alla classe dell'intervento previsto.

Per tutti gli **altri interventi**, previsti dalle N.T.A. del R.U., in sede di formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia si dovrà fare riferimento alle **matrici della Fattibilità all'interno delle U.T.O.E. o in territorio aperto** riportate nelle pagine seguenti, dove vengono attribuite Classi di Fattibilità Geologica, Sismica e Idraulica alle varie tipologie di interventi in dipendenza dei gradi di rischio

presenti nel sito, deducibili dalle Tavole 6, 7, 8, 9 e 10 del Piano Strutturale e dalle Tavole G2 del R.U.. Anche in questi casi per quanto riguarda la tipologia delle indagini da effettuarsi si dovrà fare riferimento a quanto riportato nella D.P.G.R.T. n°36/R/2009 in relazione alla classe dell'intervento previsto.

## MATRICE DI FATTIBILITA' PER INTERVENTI IN TERRITORIO APERTO

<b>TIPO DI INTERVENTO previsto dalle N.T.A.</b>	<b>FATTIBILITA'</b>											
	<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA</b>				<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>				<b>PAI</b>			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	PI3	PI4	PF3	PF4
<b>ART. 23.</b> Interventi di manutenzione ordinaria che non comportano il mutamento dell'aspetto esteriore dell'immobile. Demolizione senza ricostruzione.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 24.</b> Interventi di manutenzione ordinaria che comportano il mutamento dell'aspetto esteriore dell'immobile	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 25.</b> Interventi di manutenzione straordinaria	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
<b>ART. 26.</b> Restauro e risanamento conservativo	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
<b>ART. 27.</b> Ristrutturazione edilizia R1	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
<b>ART. 27.</b> Ristrutturazione edilizia R2 e R3	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 27.</b> Ristrutturazione edilizia R4	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
<b>ART. 27.</b> Ristrutturazione edilizia R5	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 28.</b> Addizioni funzionali	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 29.</b> Addizioni volumetriche	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 30.</b> Sostituzione edilizia	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 31.</b> Ristrutturazione urbanistica	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 32.</b> Nuove edificazioni	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 82.</b> Gazebo, pergolati, pensiline, arredi pertinenziali vari	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 82.</b> Manufatti per il rimessaggio attrezzi, recinzioni, serre	II	II	III	IV	II	II	II	IV	III	IV	II	IV
<b>ART. 82.</b> Piscine	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 88.</b> Aree per parchi e verde pubblico attrezzato.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 89.</b> Aree per impianti e attrezzature sportive e per il tempo libero all'aperto con edifici di servizio di dimensioni < 50 mq	I	I	III	IV	I	II	II	IV	III	IV	II	IV

<b>ART. 89.</b> Aree per impianti e attrezzature sportive e per il tempo libero all'aperto con edifici di servizio di dimensioni > 50 mq.	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 90.</b> Parcheggi pubblici/privati a raso.	I	I	III	IV	I	I	II	IV	III	IV	II	IV
<b>ART. 90.</b> Parcheggi pubblici/privati con modesti sbancamenti.	II	II	III	IV	II	II	II	IV	III	IV	II	IV
<b>ART. 90.</b> Parcheggi pubblici/privati con sbancamenti o riporti ingenti o in sotterraneo.	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 91.</b> Sedi stradali, piazze e spazi pubblici accessori	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 91.</b> Ampliamento di sede stradale esistente o realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità.	II	II	III	IV	II	II	II	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 92.</b> Itinerari pedonali e/o ciclabili per attività escursionistica	I	I	I	I	I	I	I	IV	I	I	I	IV
<b>ART. 93.</b> Aree attrezzate di accesso e sosta per gli itinerari escursionistici	II	II	III	IV	II	II	II	IV	III	IV	II	IV
<b>ART. 94.</b> Ampliamenti o nuovi impianti per la distribuzione di carburanti	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 95.</b> Ampliamenti o nuova edificazione di servizi tecnici e tecnologici	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 96.</b> Impianti per la produzione di energia e di calore da fonti rinnovabili	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 97.</b> Impianti per la produzione di energia da fonte geotermica	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 118.</b> Nuovi edifici ad uso agricolo	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 119.</b> Recupero del patrimonio edilizio esistente con destinazione d'uso agricola	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 120.</b> Patrimonio edilizio esistente con destinazione d'uso non agricola	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 123.</b> Gli annessi agricoli di cui al comma 7 dell'art. 41 della L.R.01/05	II	II	III	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	IV
<b>ART. 125.</b> Manufatti precari	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 126.</b> Ricoveri per equini	I	I	III	IV	I	I	I	I	III	IV	I	I
<b>ART. 127.</b> Strutture temporanee per la caccia	I	I	III	IV	I	I	I	I	III	IV	I	I
<b>ART. 128.</b> Ricoveri per cani	I	I	III	IV	I	I	I	I	III	IV	I	I
<b>ART. 129.</b> Invasi	I	I	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
Scavi e riporti planimetricamente superiori a 50 mq o di altezza non modesta.	II	II	II	II	II	II	III	IV	II	II	III	IV
Scavi e sbancamenti per la messa in opera delle reti di distribuzione; riporti planim.inf.a 50 mq.	I	I	I	I	I	I	II	IV	I	I	II	IV

## MATRICE DI FATTIBILITA' PER INTERVENTI ALL'INTERNO DELLE UTOE

TIPO DI INTERVENTO previsto dalle N.T.A.	FATTIBILITA'															
	PERICOLOSITA' IDRAULICA				PERICOLOSITA' GEOLOGICA				PERICOLOSITA' SISMICA				PAI			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	PI3	PI4	PF3	PF4
ART. 23. Interventi di manutenzione ordinaria che non comportano il mutamento dell'aspetto esteriore dell'immobile. Demolizione senza ricostruzione.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ART. 24. Interventi di manutenzione ordinaria che comportano il mutamento dell'aspetto esteriore dell'immobile	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ART. 25. Interventi di manutenzione straordinaria	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II
ART. 26. Restauro e risanamento conservativo	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II
ART. 27. Ristrutturazione edilizia R1	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II
ART. 27. Ristrutturazione edilizia R2 e R3	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 27. Ristrutturazione edilizia R4	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	II	II	II	II	II
ART. 27. Ristrutturazione edilizia R5	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ART. 28. Addizioni funzionali	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 29. Addizioni volumetriche	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 30. Sostituzione edilizia	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 31. Ristrutturazione urbanistica	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 32. Nuove edificazioni	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV
ART. 82. Gazebo, pergolati, pensiline, arredi pertinenziali vari	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
ART. 82. Manufatti per il rimessaggio attrezzi, recinzioni, serre	II	II	III	IV	II	II	II	IV	I	I	II	IV	III	IV	II	IV
ART. 82. Piscine	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV

<b>ART. 88.</b> Aree per parchi e verde pubblico attrezzato.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>ART. 89.</b> Aree per impianti e attrezzature sportive e per il tempo libero all'aperto con edifici di servizio di dimensioni < 50 mq	I	I	III	IV	I	II	II	IV	I	I	II	IV	III	IV	II	IV	
<b>ART. 89.</b> Aree per impianti e attrezzature sportive e per il tempo libero all'aperto con edifici di servizio di dimensioni > 50 mq.	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV	
<b>ART. 92.</b> Itinerari pedonali e/o ciclabili per attività escursionistica	I	I	I	I	I	I	I	IV	I	I	I	IV	I	I	I	IV	
<b>ART. 93.</b> Aree attrezzate di accesso e sosta per gli itinerari escursionistici	II	II	III	IV	II	II	II	IV	I	I	II	IV	III	IV	II	IV	
<b>ART. 94.</b> Ampliamenti o nuovi impianti per la distribuzione di carburanti	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV	
<b>ART. 95.</b> Ampliamenti o nuova edificazione di servizi tecnici e tecnologici	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV	
<b>ART. 96.</b> Impianti per la produzione di energia e di calore da fonti rinnovabili	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV	
<b>ART. 120.</b> Patrimonio edilizio esistente con destinazione d'uso non agricola	II	II	III	IV	II	II	III	IV	I	I	III	IV	III	IV	III	IV	
<b>ART. 125.</b> Manufatti precari	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
<b>ART. 126.</b> Ricoveri per equini	I	I	III	IV	I	I	I	I	I	I	I	I	III	IV	I	I	
<b>ART. 128.</b> Ricoveri per cani	I	I	III	IV	I	I	I	I	I	I	I	I	III	IV	I	I	
Scavi e riporti planimetricamente superiori a 50 mq o di altezza non modesta.	II	II	II	II	II	II	III	IV	I	I	III	IV	II	II	III	IV	
Scavi e sbancamenti per la messa in opera delle reti di distribuzione; riporti planimetricamente inferiori a 50 mq.	I	I	I	I	I	I	II	IV	I	I	II	IV	I	I	II	IV	



### 3. CONSIDERAZIONI SULLA TUTELA DELL'ACQUIFERO

Il PTC provinciale persegue l'obiettivo di tutelare gli acquiferi di importanza strategica per la Provincia di Grosseto, nonché di tutelare in maniera diffusa i corpi idrici sotterranei, con discipline differenziate in funzione delle problematiche idrogeologiche e quindi del loro grado di vulnerabilità.

Come detto in premessa i gradi di vulnerabilità individuati dal PTC non corrispondono con quelli individuati dal Piano Strutturale Comunale; di seguito si riporta la tabella che definisce le correlazioni tra le due diverse classificazioni adottate e le disposizioni specifiche per le aree a diverso grado di vulnerabilità.

	PTC	PS
<b>Grado di vulnerabilità</b>	Estremamente Elevato ed Elevato	Alto
<b>Grado di vulnerabilità</b>	Alto - medio	Medio
<b>Grado di vulnerabilità</b>	Medio - basso Bassissimo - Nullo	Irrilevante

#### Disposizioni specifiche per le aree con grado di vulnerabilità Alto

In queste aree dovranno essere evitati qualsiasi uso o attività in grado di generare, in maniera effettivamente significativa, l'infiltrazione nelle falde di sostanze inquinanti oppure di diminuire - ad esempio a causa di scavi, perforazioni o movimenti di terra rilevanti - il tempo di percolazione delle acque dalla superficie all'acquifero soggiacente.

Tra gli usi e le attività incompatibili con la tutela delle aree in oggetto sono annoverati:

- la realizzazione di impianti di stoccaggio o trattamento rifiuti di qualsiasi tipo con esclusione di isole ecologiche aree di trasferimento, e aree attrezzate comunali per la raccolta differenziata di rifiuti solidi urbani nei casi di comprovata necessità, e non delocalizzabili, da far constatare negli atti autorizzativi;

- la realizzazione di centri di raccolta, demolizione, rottamazione di autoveicoli, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici;
- attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze pericolose, sostanze radioattive, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;
- la realizzazione di tubazioni di trasferimento di liquidi diversi dall'acqua.

Nei corpi idrici superficiali ricadenti nelle aree in argomento o comunque ad esse connessi, le caratteristiche qualitative delle acque dovranno rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite dal D.lgs. 152/2006.

Nei corpi idrici di cui sopra i depuratori di reflui urbani ed industriali saranno dotati, se di nuova realizzazione, di opere e impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al fermo impianti, nonché a garantire l'eventuale stoccaggio dei reflui addotti all'impianto per un periodo minimo di 24 ore.

Le pratiche colturali dovranno prevenire il dilavamento di nutrienti e fitofarmaci, in applicazione del "Codice di buona pratica agricola" redatto dall'A.R.S.I.A., di cui agli approfondimenti monografici del *S.I.T.P.*. Nell'esercizio delle attività agricole è vietato lo spandimento di fanghi provenienti da impianti di depurazione.

Nelle zone ad Alta vulnerabilità della falda, sono vietate le tipologie edilizie che richiedano la realizzazione di pali o scavi profondi che creino vie preferenziali di infiltrazione dal suolo alle falde sottostanti. Tali divieti sono applicati a tutte le tipologie edilizie, comprese quelle approvate sulla base dei Programmi di Miglioramento Agricolo-Ambientale.

Ai sensi di quanto previsto dalla scheda 3C (Direttiva tecnica per la tutela della risorsa idrica) del PTC provinciale del 2009, nell'area dell'acquifero del Monte Amiata sono vietate di norma le

perforazioni di pozzi per usi differenti da quelli idropotabili e lo smaltimento di acque reflue con impianti di sub-irrigazione.

**Disposizioni specifiche per le aree con grado di vulnerabilità Media**

In queste aree le attività antropiche dovranno essere realizzate in modo da perseguire la limitazione delle infiltrazioni di sostanze inquinanti. I depuratori di reflui urbani e industriali, se di nuova realizzazione, dovranno essere dotati di opere e impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al fermo impianti, nonché a garantire l'eventuale stoccaggio dei reflui adottati all'impianto per un periodo minimo di 24 ore.

Dovranno essere previsti opere e impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento delle falde anche per la realizzazione di:

- impianti e strutture di depurazione di acque reflue, ivi comprese quelle di origine zootecnica;
- impianti di raccolta, stoccaggio o trattamento rifiuti di qualsiasi tipo;
- centri di raccolta, demolizione, rottamazione di autoveicoli, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici;
- attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze nocive, sostanze radioattive, prodotti e sostanze chimiche pericolose, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;
- tubazioni di trasferimento di liquidi diversi dall'acqua.

Nei corpi idrici superficiali ricadenti nelle aree in argomento o comunque ad esse connessi, le caratteristiche qualitative delle acque dovranno rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite dal D.lgs. 152/2006.

**Disposizioni specifiche per le aree con grado di vulnerabilità Irrilevante**

Pur non prevedendo specifiche norme di tutela, in tali aree dovranno essere adottate comunque tutte le misure di prevenzione dall'inquinamento previste dalla normativa vigente in materia di rifiuti, bonifiche e tutela delle acque.

**3.1 DIRETTIVA PER LA REALIZZAZIONE DEI POZZI**

La realizzazione di opere atte alla captazione delle acque sotterranee da destinarsi a vari usi (domestico, irriguo, industriale, idropotabile etc.) è soggetta ad autorizzazione comunale; l'autorizzazione è prevista anche nel caso di rifacimento del pozzo in sostituzione di quello esistente. Sono ammessi alla procedura autorizzativa semplificata (D.I.A.) gli interventi localizzati all'esterno delle aree a vulnerabilità Alta o che manifestano problematiche di natura idrogeologica, come individuate nel quadro conoscitivo del P.S.

Sono comunque sempre da rispettare le seguenti disposizioni:

- è vietata la captazione simultanea con la stessa opera di acquiferi non comunicanti fra loro; gli attraversamenti praticati fra più acquiferi dovranno essere accuratamente sigillati con materiali idonei ed indicati negli allegati tecnici, lasciando libero solo l'acquifero che si intende sfruttare;
- nel caso di acquifero multistrato, dove livelli acquiferi diversi sono in collegamento fra loro, negli allegati tecnici deve essere documentata la loro struttura idrogeologica. L'emungimento da più livelli deve essere giustificato dalla potenzialità dell'acquifero in funzione dei reali fabbisogni del richiedente;
- i pozzi dovranno essere realizzati secondo le tecniche più adatte in relazione alla litologia da attraversare e l'emungimento dovrà avvenire secondo pompe adeguatamente dimensionate e posizionate onde evitare fenomeni di cavitazione e perdita di efficienza del pozzo;

- per salvaguardare l'acquifero che si intende sfruttare, l'intercapedine tra il perforo ed i tubi di rivestimento definitivo dovrà essere cementata con materiali idonei in base alla litologia del terreno attraversato. La cementazione dovrà partire al di sopra dei filtri, ed eseguita dopo la fase di spurgo per evitare fenomeni di assestamento del drenaggio nel perforo che potrebbero compromettere l'efficienza della cementazione. La cementazione dovrà comunque continuare in superficie con la realizzazione di una piazzola in cls. con raggio di m 1,00;
- la condotta premente dovrà essere dotata di valvola di ritegno onde evitare travasi o ritorni di alcun genere nell'acquifero, e dotata di un rubinetto per poter eseguire prelievi;
- il boccapozzo dovrà essere sempre di tipo stagno con flangia e controflangia per evitare l'accesso ad estranei o cadute in pozzo di materiale di qualunque tipo e dovrà essere contenuto in un pozzetto in muratura, o portato sopra la quota altimetrica del piano di campagna.

La procedura amministrativa per la richiesta di autorizzazione alla ricerca ed all'uso della risorsa dovrà attenersi a quanto disposto dalla Scheda 3B del P.T.C. provinciale.

#### **4. CARTA DELLE ZONE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)**

Come detto in premessa, contestualmente al presente regolamento sono state realizzate all'interno e limitatamente alle singole U.T.O.E., le analisi di **livello 1** dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Ai dati già presenti negli archivi comunali e regionali si sono aggiunte apposite misurazioni del rumore sismico di fondo (prove HVSR), indagini sismiche tipo MASW, prospezioni sismiche a rifrazione eseguite all'interno delle diverse U.T.O.E., elaborate anche in

maniera combinata (le modalità esecutive e le elaborazioni grafiche legate a tali attività vengono allegare in apposita relazione). Tutti questi dati hanno consentito di redigere la carta delle **“Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”**, e la **“Carta delle frequenze fondamentali dei depositi”**. Le analisi hanno preso in considerazione le diverse tipologie di effetti prodotti dall’azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.); di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico-tecnico delle aree, l’individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna.

Dalle analisi effettuate sono emerse condizioni che non hanno consentito l’individuazione di zone stabili, dato che la morfologia e la stratigrafia delle aree indagate è tale da determinare sempre almeno dei potenziali fenomeni di amplificazione locale del sisma; nel dettaglio nella carta MOPS sono stati individuati cinque diversi assetti stratigrafici riconducibili a zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, discriminate da spessori e tipologia di coltre e substrato diversi:

**Zona 1)** Si tratta di aree rappresentate da un terreno sismicamente omogeneo sino alla profondità di almeno 30 metri costituito da un flysch argilloso e/o arenaceo con Vs inferiore a 800 m/sec;

**Zona 2)** Si tratta di aree rappresentate da un terreno sismicamente omogeneo sino alla profondità di almeno 30 metri costituito da un litotipo sabbioso-limoso di alterazione della vulcanite con Vs inferiore a 800 m/sec;

**Zona 3)** Si tratta di aree rappresentate da un terreno costituito da litotipi sabbioso-limosi di alterazione della vulcanite sino alla profondità di circa 20 metri, soprastanti un bedrock sismico costituito da vulcaniti litoidi con Vs superiore a 800 m/sec; in questo caso il contrasto di impedenza tra coltre e bedrock è stimato maggiore di 2 e per tale ragione queste zone sono state classificate a Pericolosità sismica 3;

**Zona 4)** Si tratta di aree rappresentate da un terreno costituito da litotipi sabbioso-limosi di alterazione della vulcanite sino alla profondità di circa 30 metri, soprastanti un bedrock sismico costituito da vulcaniti litoidi con  $V_s$  superiore a 800 m/sec; in questo caso il contrasto di impedenza tra coltre e bedrock è stimato maggiore di 2 e per tale ragione queste zone sono state classificate a Pericolosità sismica 3;

**Zona 5)** Si tratta di aree rappresentate da un terreno sismicamente omogeneo sino alla profondità compresa tra 5 e 8 metri (costituito da un litotipo sabbioso-limoso di alterazione della vulcanite o da coltri detritiche) dimorante sul substrato costituito da un flysch argilloso con  $V_s$  inferiore a 800 m/sec.

I valori delle velocità stimati per le coperture nelle varie tipologie schematizzate sono da intendersi come velocità medie che semplificano la situazione complessa di seguito descritta.

E' necessario infatti chiarire alcuni aspetti dell'amplificazione stratigrafica in relazione alle condizioni locali presenti nelle parti periferiche dell'edificio vulcanico del Monte Amiata. In generale l'amplificazione stratigrafica si manifesta quando si ha un forte contrasto di impedenza tra un substrato rigido ed una copertura costituita da depositi sciolti dimoranti sul substrato. Questa condizione nel territorio comunale di Santa Fiora si presenta ma non con gli assetti chiari e netti che si possono avere per esempio quando si hanno depositi alluvionali dimoranti su di un substrato roccioso molto rigido; a Santa Fiora anche l'esame delle stratigrafie dei sondaggi di profondità pari a 30 m e delle prove DH eseguite contestualmente su tre strutture comunali per il programma VEL della Regione Toscana, dimostrano come il passaggio dalla coltre al "substrato litoide" si manifesti attraverso un incremento progressivo della  $V_s$  dai depositi superficiali sino al substrato litoide; in effetti i depositi limo sabbiosi presenti superficialmente sulla vulcanite amiatina rappresentano una alterazione o condizione litologica diversa dovuta alla natura ignimbratica della formazione vulcanica dove i passaggi da una litologia ad un'altra avvengono in maniera progressiva.

Oltre all'amplificazione stratigrafica di cui si è detto in precedenza nella Carta MOPS sono state distinte una serie di **zone suscettibili di instabilità** dipendenti da eventuali eventi sismici:

- si sono segnalate aree caratterizzate dalla presenza di **frane attive** che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di un evento sismico;
- si sono segnalate aree caratterizzate dalla presenza di **frane quiescenti** che potrebbero subire una riattivazione dinamica conseguente un evento sismico;
- si è cartografata una vasta area nella frazione Bagnore dove oltre all'amplificazione stratigrafica potrebbero verificarsi fenomeni di **liquefazione** legati alla presenza dei depositi superficiali tipici della vulcanite di cui si è detto in precedenza cui si somma in zona la presenza della falda a profondità inferiore a 15 metri dal p.d.c.; pertanto, ai sensi del punto 3.5 delle Direttive del D.P.G.R. del 25/10/201 n° 53/R, sono state effettuate in questa fase le **indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni**. In particolare sono state effettuate ed indicate sulla Tavola G1b della MOPS le seguenti indagini:

1. **due saggi con scavatore meccanico e prelievo di campioni di terreno** che sono stati sottoposti ad **analisi granulometriche** con determinazione del peso specifico, dell'umidità naturale e del peso di volume;
2. **tre prove penetrometriche dinamiche DPSH**;
3. **indagini sismiche di diverse tipologie** (MASW, HVSR, profili sismici a rifrazione) su due siti con combinazione dei risultati per definire stratigrafie e velocità delle onde di taglio dei sismostrati;
4. **verifiche sulla profondità del livello freatico** attraverso misurazioni su pozzi esistenti in zona.



I dati sono stati raccolti in corrispondenza delle previsioni di piano indicate dalle sigle IED01 e IED05, dato che tali aree sono state ritenute significative e rappresentative delle situazioni presenti nel centro abitato; perciò i risultati emersi dalle indagini, relativamente alla definizione del coefficiente di sicurezza relativo al rischio di liquefazione, sono stati estesi anche alle altre previsioni ricadenti in questa tipologia di rischio. I risultati delle indagini, in termini di granulometria del deposito sabbioso, profondità della falda (si è ipotizzata la sua risalita fino a 2 metri al di sotto del piano di campagna), velocità delle onde sismiche all'interno dello strato potenzialmente liquefacibile, definizione di  $N_{SPT}$  dello stesso strato, dati delle analisi fisiche di laboratorio, sono stati utilizzati per definire con **4 metodi semplificati diversi** (Iwasaki, Cortè, Tokimatsu & Yoshimi, Andrus & Stokoe) il rischio di liquefazione dello strato limoso-sabbioso: **con tutti i metodi il rischio di liquefazione si è rivelato molto basso, con coefficienti variabili da metodo a metodo.** In ogni caso, **in sede di redazione della progettazione esecutiva per ogni singola previsione urbanistica, si renderanno necessarie indagini specifiche e puntuali per confermare la validità di quanto determinato in questa fase,** come specificato nelle singole schede di fattibilità. Per informazioni di maggior dettaglio sulle indagini svolte su questo specifico argomento si rimanda alla **relazione allegata in appendice al presente documento.**

Si precisa che tale condizione di potenziale liquefazione dei depositi è presente solo nella frazione di Bagnore poiché negli altri centri abitati non si evidenziano condizioni di presenza della falda nei primi 15 metri: a Santa Fiora i tre sondaggi profondi eseguiti per il VEL non evidenziano presenza di falda. Nella frazione di Bagnolo si hanno condizioni geologico-tecniche diverse legate alla presenza di antichi bacini lacustri che favorirono la deposizione di diatomiti (farina fossile) che si alternano con livelli limo argillosi, per cui decade la condizione litoide per quanto concerne la liquefazione che quindi non diventa possibile;

- nella frazione di Bagnolo e nella frazione di Bagnore è stata messa in evidenza la presenza di **terreni con caratteristiche fisico-meccaniche particolarmente scadenti** legati alle condizioni di deposizione lacustre e fluvio-lacustre di materiali fini sul substrato vulcanico;
- sono state evidenziate le **aree di contatto stratigrafico e tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse**.

Per concludere forme di superficie in grado di generare effetti locali di amplificazione sismica sono state segnalate a Bagnolo (**conoide alluvionale**) ed a Santa Fiora (**orli di scarpate morfologiche** di altezza superiore a 10 metri).

#### **4.1 CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI**

I dati della frequenza fondamentale dei depositi derivanti dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (**HVSR** sulle vibrazioni ambientali) realizzate ad hoc per la redazione della carta delle MOPS sono stati utilizzati per redigere la **Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Tavola G3)** dove, in corrispondenza di ogni singolo punto di acquisizione, è stato riportato il valore della frequenza di picco. Se la misura di campagna non mostrava picchi significativi, e quindi il contrasto di impedenza tra coltre e bedrock sismico risulta contenuto, l'etichetta contiene il valore **NP** (Nessun Picco). L'acquisizione dei dati è stata fatta con sismometro a tre componenti SR04S3 Geobox distribuito da SARA Electronic Instruments. L'ubicazione delle prove è stata progettata a tavolino cercando di coprire il più uniformemente possibile i centri abitati di Bagnore, Bagnolo, Marroneto, Santa Fiora e Selva; durante le prove sono stati presi degli accorgimenti per scongiurare la presenza di transienti (impulsi di grandi ampiezza e breve durata) e la direzionalità dell'energia. In cartografia tali dati sono stati rappresentati da una etichetta applicata a fianco del punto di acquisizione delle singole stazioni. Di seguito si fornisce l'elenco delle stazioni con la loro corrispondenza sulla carta.

<b>NR. STAZIONE</b>	<b>NOME</b>	<b>NR. STAZIONE</b>	<b>NOME</b>
1	Bagnolo - Zona artigianale	16	Santa Fiora - Parco(2)
2	Selva – SP Santa Fiora - Pitigliano	17	Santa Fiora - Parco(4)
3	Bagnolo - Via della Chiesa	18	Santa Fiora - Parco(3)
4	Bagnolo - Via della Chiesa2	19	Santa Fiora - Scuola Materna
5	Bagnolo - Via Poggio Donato	20	Santa Fiora – Scuole Elementari
6	Bagnore - Via dei Prati	21	Santa Fiora - Hotel Fiora
7	Bagnore - Via Fratelli Cervi	22	Santa Fiora - Località Marroneto
8	Bagnore - Via della Montagna(2)	23	Selva – Via del parco 2
9	Bagnore - Via della Montagna	24	Santa Fiora – Gobbacci 2
10	Bagnore - Località Meleto	25	Santa Fiora – Gobbacci 3
11	Selva - Via del Parco	26	Santa Fiora – Gobbacci 1
12	Selva – Bivio Case Ripaccioli	27	San Bastiano 2
13	Santa Fiora - Via della Peschiera	28	San Bastiano 1
14	Santa Fiora – Geometri		
15	Santa Fiora - Parco(1)		

## 5. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

A partire dalla carta MOPS si sono derivate le classi di *pericolosità sismica* che hanno consentito la redazione della **Carta della Pericolosità sismica** nella quale le aree studiate sono state suddivise in 4 classi di pericolosità sismica crescenti da S1 a S4; queste ultime, insieme alla pericolosità geomorfologica ed idraulica, hanno determinato la **Fattibilità geomorfologica** e la **Fattibilità idraulica** delle previsioni di piano condizionando altresì la tipologia di indagini da eseguire nelle fasi progettuali successive.

La sintesi delle informazioni derivanti dalle cartografie geologiche, geomorfologiche e dalla carta delle “Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”, ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità, per le quali si riportano tra parentesi i numeri di riferimento alla simbologia:

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica. All’interno delle U.T.O.E. non sono mai presenti tali condizioni di pericolosità.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone con presenza di coltri detritiche, soggette ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura con rapporto di impedenza  $< 2$ .

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** frane quiescenti per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; aree costituite da conoidi alluvionali; zone con terreni particolarmente scadenti, soggette a cedimenti diffusi; zone con presenza di coltri detritiche, soggette ad amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura con rapporto di impedenza  $> 2$ ; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse.

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi e che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici che possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica.

## 6. CARTA DELLA FATTIBILITÀ

Gli interventi previsti dal Regolamento Urbanistico all’interno delle U.T.O.E. e nel territorio aperto sono stati schedati ed a ciascuno di essi sono state attribuite le classi di Fattibilità Geomorfologica (G) ed Idraulica (I) riportate nelle relative schede e sulle tavole della Carta di Fattibilità. In particolare sono state redatte le seguenti tavole:

- **Tav. G4a – U.T.O.E. SANTA FIORA**

- ❑ **Tav. G4b – U.T.O.E. BAGNORE e SAN BASTIANO**
- ❑ **Tav. G4c – U.T.O.E. MARRONETO**
- ❑ **Tav. G4d – U.T.O.E. BAGNOLO**
- ❑ **Tav. G4e – U.T.O.E. SELVA**

## **7. VALUTAZIONE DELLA CARTA MOPS**

In riferimento all'Appendice del DGR 741 è stata eseguita la valutazione semi qualitativa della carta MOPS per ogni UTOE del Regolamento Urbanistico. Seguendo la procedura indicata, per ciascuna U.T.O.E. si è giunti alle attribuzione dei punteggi indici evidenziati in rosso nello schema stralciato dal dispositivo di legge sopra citato e **riportato in appendice alla presente relazione**; tali indici inseriti nella formula riportata di seguito allo schema hanno consentito l'attribuzione dei valori percentuali indicati nella tabella in appendice: tali valori percentuale collocano la MOPS dell'UTOE di Santa Fiora in Classe B, e le altre MOPS in classe C della normativa sopra citata.

## **8. APPENDICE ED ALLEGATI**

In **appendice** alla presente relazione si riportano le indagini svolte ed i calcoli che, attraverso metodi semplificati, hanno portato alla definizione del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni all'interno dell'U.T.O.E. di Bagnore.

Una seconda appendice è dedicata alla valutazione della qualità delle carte di microzonazione sismica: viene riportata, per ogni singola U.T.O.E., una tabella di valutazione della carta MOPS ed una tabella riassuntiva di tutte le valutazioni, dove appare la classe di qualità della carta di ogni singola U.T.O.E..

In **allegato** alla presente relazione si forniscono le relazioni sulle **indagini geofisiche** realizzate per il Regolamento Urbanistico, divise in due parti: la prima comprende le indagini svolte all'interno delle U.T.O.E. di Bagnore, San Bastiano e Bagnolo; la seconda comprende le indagini svolte all'interno delle U.T.O.E. di Santa Fiora, Selva e Marroneto.

Un **secondo allegato** è formato dalle **schede di fattibilità** degli interventi previsti dal Regolamento Urbanistico all'interno delle U.T.O.E. e nel territorio aperto: per comodità le schede sono state suddivise in due diversi fascicoli: il primo comprende IED, PU e PUA, il secondo gli interventi relativi alla viabilità, ai parcheggi ed al verde pubblico.

Un **terzo allegato** è costituito da un **CD** contenente i files (.saf e .dat) acquisiti in situ durante le indagini geofisiche.

Infine fanno parte integrante della presente relazione le seguenti **tavole**:

- **Carte MOPS in scala 1:2.000: Tavv. G1a (Santa Fiora), G1b (Bagnore), G1c (Marroneto), G1d (Bagnolo e Case Fioravanti), G1e (Selva e San Bastiano);**
- **Carte della Pericolosità sismica in scala 1:2.000: Tavv. G2a (Santa Fiora), G2b (Bagnore), G2c (Marroneto), G2d (Bagnolo e Case Fioravanti), G2e (Selva e San Bastiano);**
- **Carta delle frequenze fondamentali dei depositi in scala 1:5.000: Tav. G3;**
- **Carte della Fattibilità in scala 1:2.000: Tavv. G4a (Santa Fiora), G4b (Bagnore e San Bastiano), G4c (Marroneto), G4d (Bagnolo e Case Fioravanti), G4e (Selva).**

In sostanza tutta la documentazione di competenza del geologo prodotta nel dicembre 2013 per l'adozione del Regolamento Urbanistico, viene riproposta e sostituita da quella in appendice ed in allegato alla presente relazione, ad eccezione del fascicolo dei "Dati di Base" già prodotto in fase di adozione e rimasto inalterato.

Il Geologo

**SANTA FIORA, marzo 2015**

## **APPENDICE**

- *Indagini svolte e relazione per il calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni all'interno dell'U.T.O.E di Bagnore*
- *Tabelle di valutazione della carta MOPS per singole U.T.O.E.*

***Indagini svolte e relazione per il calcolo del coefficiente  
di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni  
all'interno dell'U.T.O.E di Bagnore***



# CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI SICUREZZA RELATIVO ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

## METODI SEMPLIFICATI

### 1 - INTRODUZIONE

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0) F_S = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);
- 2) Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);
- 3) Metodo di Cortè (1985);
- 4) Metodo di Andrus e Stokoe (1998);

1) Il **'Metodo di Iwasaki et al.'** (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito. Il metodo si basa su due quantità: il **fattore di resistenza ( $F_S$ )** e l'**indice di liquefazione ( $I_L$ )**.  $F_S$  si ottiene mediante la (1.0) e quando  $F_S \leq 1$  lo strato di terreno è liquefacibile; mentre  $I_L$ , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$F = 1 - F_S \quad \text{per } F_S \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } F_S > 1$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 2.

Il fattore correttivo  $r_d$  viene calcolato mediante la (1.4) e **MSF** come nel caso precedente.

Invece per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left( \frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

- per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} - 0,05$$

dove  $D_{50}$  è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

Tabella 2

Valori di $I_L$	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

2) Il **'Metodo di Tokimatsu e Yoshimi'** (1983) per poter tener conto della magnitudo del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$(2.2) CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d r_n$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo  $r_n$  funzione della magnitudo  $M$ .

$$(2.3) r_d = 0,1(M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$(2.4) CRR = a C_r \left[ \frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left( \frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right)^n \right]$$

dove

$$a = 0,45$$

$$C_r = 0,57$$

$$n = 14$$

$\Delta N_f = 0$  per sabbie pulite e  $\Delta N_f = 5$  per sabbie limose

$$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{vo} + 0,7)] N_m$$

$C_s$  è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di  $F_S > 1,5$  per le sabbie medio-sciolte e  $F_S > 1,3$  per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di Norme Sismiche Italiane avanzata dal CNR nel 1984.

3) Correlazioni della resistenza alla liquefazione con la magnitudo vengono proposte da **Cortè** (1985), il quale propone di valutare CRR mediante le seguenti espressioni:

- per terreni con  $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.6) CRR = A \left\{ \left[ \frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,258 \log_{10} \left( \frac{D_{50}}{0,35} \right) \right\}$$

- per terreni con  $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.7) CRR = A \left\{ \left[ \frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 70} \right]^{0,5} - 0,0567 \right\}$$

Il coefficiente **A** assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e quindi del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

4) Il **'Metodo di Andrus e Stokoe'** è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione ( $V_S$ ).

La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$(3.7) V_{S1} = V_S \left( \frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$(3.8) CRR = 0,03 \left( \frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[ \frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{CS} = 220$  per  $FC \leq 5\%$   
 $220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$  per  $5\% < FC \leq 35\%$   
 $(V_{S1})_{CS} = 200$  per  $FC > 35\%$

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** viene valutato come raccomandato dal NCEER (Tabella 1), il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono valutati con il metodo di Iwasaki et alii.

## 2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

### Dati generali

Numero di strati = 1  
 Profondità della falda = 2 m  
 Magnitudo del sisma = 6  
 Accelerazione massima al suolo = 0,14

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale $f_s$ (KPa)	Velocità $V_s$ (m/s)
1	Limo sabbioso-argilloso	2	10	14,288	18,063	9,8	0,063	0	0	280

## Metodo di Iwasaki et alii (1978; 1984)

### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1,32

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	2,20	32,19	30,23	0,97	0,31	0,07	4,36	NL	0.00	Molto basso
2	2,40	35,80	31,88	0,96	0,31	0,07	4,11	NL	0.00	Molto basso
3	2,60	39,41	33,53	0,96	0,30	0,08	3,90	NL	0.00	Molto basso
4	2,80	43,03	35,18	0,96	0,30	0,08	3,73	NL	0.00	Molto basso
5	3,00	46,64	36,83	0,96	0,30	0,08	3,58	NL	0.00	Molto basso
6	3,20	50,25	38,48	0,95	0,30	0,09	3,45	NL	0.00	Molto basso
7	3,40	53,86	40,13	0,95	0,29	0,09	3,34	NL	0.00	Molto basso
8	3,60	57,48	41,79	0,95	0,29	0,09	3,25	NL	0.00	Molto basso
9	3,80	61,09	43,44	0,94	0,29	0,09	3,17	NL	0.00	Molto basso
10	4,00	64,70	45,09	0,94	0,29	0,09	3,09	NL	0.00	Molto basso
11	4,20	68,31	46,74	0,94	0,29	0,09	3,03	NL	0.00	Molto basso
12	4,40	71,93	48,39	0,93	0,28	0,10	2,97	NL	0.00	Molto basso
13	4,60	75,54	50,04	0,93	0,28	0,10	2,91	NL	0.00	Molto basso
14	4,80	79,15	51,69	0,93	0,28	0,10	2,86	NL	0.00	Molto basso
15	5,00	82,77	53,35	0,93	0,28	0,10	2,82	NL	0.00	Molto basso
16	5,20	86,38	55,00	0,92	0,28	0,10	2,78	NL	0.00	Molto basso
17	5,40	89,99	56,65	0,92	0,28	0,10	2,74	NL	0.00	Molto basso
18	5,60	93,60	58,30	0,92	0,27	0,10	2,71	NL	0.00	Molto basso
19	5,80	97,22	59,95	0,91	0,27	0,10	2,68	NL	0.00	Molto basso
20	6,00	100,83	61,60	0,91	0,27	0,10	2,65	NL	0.00	Molto basso
21	6,20	104,44	63,25	0,91	0,27	0,10	2,62	NL	0.00	Molto basso
22	6,40	108,05	64,90	0,90	0,27	0,10	2,60	NL	0.00	Molto basso
23	6,60	111,67	66,56	0,90	0,27	0,10	2,58	NL	0.00	Molto basso
24	6,80	115,28	68,21	0,90	0,27	0,10	2,56	NL	0.00	Molto basso
25	7,00	118,89	69,86	0,90	0,27	0,11	2,54	NL	0.00	Molto basso
26	7,20	122,50	71,51	0,89	0,27	0,11	2,52	NL	0.00	Molto basso
27	7,40	126,12	73,16	0,89	0,26	0,11	2,50	NL	0.00	Molto basso

28	7,60	129,73	74,81	0,89	0,26	0,11	2,49	NL	0.00	basso
29	7,80	133,34	76,46	0,88	0,26	0,11	2,47	NL	0.00	Molto basso
30	8,00	136,95	78,11	0,88	0,26	0,11	2,46	NL	0.00	Molto basso
31	8,20	0,00	0,00	0,88	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	basso
32	8,40	0,00	0,00	0,87	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	Molto basso
33	8,60	0,00	0,00	0,87	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	basso
34	8,80	0,00	0,00	0,87	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	Molto basso
35	9,00	0,00	0,00	0,87	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	basso
36	9,20	0,00	0,00	0,86	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	Molto basso
37	9,40	0,00	0,00	0,86	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	basso
38	9,60	0,00	0,00	0,86	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	Molto basso
39	9,80	0,00	0,00	0,85	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	basso
40	10,00	0,00	0,00	0,85	0,50	0,11	4,68	NL	0.00	Molto basso

### Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983)

#### Input dati

Strato Nr.	Consistenza del terreno
1	Mediamente denso

#### Risultati

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Coefficient e riduttivo (rd)	Coefficient e correttivo (rn)	Resistenz a alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficient e di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione
1	2,20	32,19	30,23	0,97	0,50	0,13	0,05	2,70	NL
2	2,40	35,80	31,88	0,96	0,50	0,13	0,05	2,54	NL
3	2,60	39,41	33,53	0,96	0,50	0,12	0,05	2,41	NL
4	2,80	43,03	35,18	0,96	0,50	0,12	0,05	2,30	NL
5	3,00	46,64	36,83	0,96	0,50	0,12	0,06	2,21	NL
6	3,20	50,25	38,48	0,95	0,50	0,12	0,06	2,13	NL
7	3,40	53,86	40,13	0,95	0,50	0,12	0,06	2,07	NL
8	3,60	57,48	41,79	0,95	0,50	0,12	0,06	2,01	NL
9	3,80	61,09	43,44	0,94	0,50	0,12	0,06	1,96	NL
10	4,00	64,70	45,09	0,94	0,50	0,12	0,06	1,91	NL
11	4,20	68,31	46,74	0,94	0,50	0,12	0,06	1,87	NL
12	4,40	71,93	48,39	0,93	0,50	0,12	0,06	1,84	NL
13	4,60	75,54	50,04	0,93	0,50	0,12	0,06	1,80	NL
14	4,80	79,15	51,69	0,93	0,50	0,11	0,06	1,77	NL
15	5,00	82,77	53,35	0,93	0,50	0,11	0,07	1,75	NL
16	5,20	86,38	55,00	0,92	0,50	0,11	0,07	1,72	NL

17	5,40	89,99	56,65	0,92	0,50	0,11	0,07	1,70	NL
18	5,60	93,60	58,30	0,92	0,50	0,11	0,07	1,68	NL
19	5,80	97,22	59,95	0,91	0,50	0,11	0,07	1,66	NL
20	6,00	100,83	61,60	0,91	0,50	0,11	0,07	1,65	NL
21	6,20	104,44	63,25	0,91	0,50	0,11	0,07	1,63	NL
22	6,40	108,05	64,90	0,90	0,50	0,11	0,07	1,62	NL
23	6,60	111,67	66,56	0,90	0,50	0,11	0,07	1,61	NL
24	6,80	115,28	68,21	0,90	0,50	0,11	0,07	1,59	NL
25	7,00	118,89	69,86	0,90	0,50	0,11	0,07	1,58	NL
26	7,20	122,50	71,51	0,89	0,50	0,11	0,07	1,57	NL
27	7,40	126,12	73,16	0,89	0,50	0,11	0,07	1,56	NL
28	7,60	129,73	74,81	0,89	0,50	0,11	0,07	1,55	NL
29	7,80	133,34	76,46	0,88	0,50	0,11	0,07	1,55	NL
30	8,00	136,95	78,11	0,88	0,50	0,11	0,07	1,54	NL
31	8,20	0,00	0,00	0,88	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
32	8,40	0,00	0,00	0,87	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
33	8,60	0,00	0,00	0,87	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
34	8,80	0,00	0,00	0,87	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
35	9,00	0,00	0,00	0,87	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
36	9,20	0,00	0,00	0,86	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
37	9,40	0,00	0,00	0,86	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
38	9,60	0,00	0,00	0,86	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
39	9,80	0,00	0,00	0,85	0,50	1,92	0,07	27,42	NL
40	10,00	0,00	0,00	0,85	0,50	1,92	0,07	27,42	NL

## Metodo di Cortè (1985)

### Risultati

Numero dei cicli equivalenti = 5

Coefficiente A = 0,66

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità à di liquefazione
1	2,20	32,19	30,23	0,97	0,33	0,09	3,56	NL
2	2,40	35,80	31,88	0,96	0,33	0,10	3,36	NL
3	2,60	39,41	33,53	0,96	0,33	0,10	3,21	NL
4	2,80	43,03	35,18	0,96	0,33	0,11	3,08	NL
5	3,00	46,64	36,83	0,96	0,33	0,11	2,97	NL
6	3,20	50,25	38,48	0,95	0,33	0,11	2,87	NL
7	3,40	53,86	40,13	0,95	0,32	0,12	2,79	NL
8	3,60	57,48	41,79	0,95	0,32	0,12	2,72	NL
9	3,80	61,09	43,44	0,94	0,32	0,12	2,66	NL
10	4,00	64,70	45,09	0,94	0,32	0,12	2,60	NL
11	4,20	68,31	46,74	0,94	0,32	0,12	2,55	NL
12	4,40	71,93	48,39	0,93	0,32	0,13	2,51	NL
13	4,60	75,54	50,04	0,93	0,32	0,13	2,47	NL
14	4,80	79,15	51,69	0,93	0,31	0,13	2,43	NL
15	5,00	82,77	53,35	0,93	0,31	0,13	2,40	NL
16	5,20	86,38	55,00	0,92	0,31	0,13	2,36	NL
17	5,40	89,99	56,65	0,92	0,31	0,13	2,34	NL
18	5,60	93,60	58,30	0,92	0,31	0,13	2,31	NL
19	5,80	97,22	59,95	0,91	0,31	0,13	2,29	NL
20	6,00	100,83	61,60	0,91	0,31	0,14	2,26	NL
21	6,20	104,44	63,25	0,91	0,31	0,14	2,24	NL
22	6,40	108,05	64,90	0,90	0,30	0,14	2,22	NL
23	6,60	111,67	66,56	0,90	0,30	0,14	2,21	NL
24	6,80	115,28	68,21	0,90	0,30	0,14	2,19	NL
25	7,00	118,89	69,86	0,90	0,30	0,14	2,18	NL

26	7,20	122,50	71,51	0,89	0,30	0,14	2,16	NL
27	7,40	126,12	73,16	0,89	0,30	0,14	2,15	NL
28	7,60	129,73	74,81	0,89	0,30	0,14	2,14	NL
29	7,80	133,34	76,46	0,88	0,30	0,14	2,12	NL
30	8,00	136,95	78,11	0,88	0,30	0,14	2,11	NL
31	8,20	0,00	0,00	0,88	0,37	0,14	2,66	NL
32	8,40	0,00	0,00	0,87	0,37	0,14	2,66	NL
33	8,60	0,00	0,00	0,87	0,37	0,14	2,66	NL
34	8,80	0,00	0,00	0,87	0,37	0,14	2,66	NL
35	9,00	0,00	0,00	0,87	0,37	0,14	2,66	NL
36	9,20	0,00	0,00	0,86	0,37	0,14	2,66	NL
37	9,40	0,00	0,00	0,86	0,37	0,14	2,66	NL
38	9,60	0,00	0,00	0,86	0,37	0,14	2,66	NL
39	9,80	0,00	0,00	0,85	0,37	0,14	2,66	NL
40	10,00	0,00	0,00	0,85	0,37	0,14	2,66	NL

## Metodo di Andrus e Stokoe (1997)

### Input dati

Strato Nr.	Frazione fine (%)
1	64,2

### Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1,77

Verifica Nr.	Profondità dal p. c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione vertical efficace (KPa)	Velocità normali Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	2,20	32,19	30,23	377,62	200,00	0,98	0,42	0,05	7,77	NL	0,00	Molto basso
2	2,40	35,80	31,88	372,63	200,00	0,98	0,41	0,06	7,18	NL	0,00	Molto basso
3	2,60	39,41	33,53	367,96	200,00	0,98	0,40	0,06	6,69	NL	0,00	Molto basso
4	2,80	43,03	35,18	363,56	200,00	0,98	0,39	0,06	6,28	NL	0,00	Molto basso
5	3,00	46,64	36,83	359,42	200,00	0,98	0,38	0,06	5,93	NL	0,00	Molto basso
6	3,20	50,25	38,48	355,50	200,00	0,98	0,37	0,07	5,63	NL	0,00	Molto basso
7	3,40	53,86	40,13	351,79	200,00	0,97	0,36	0,07	5,37	NL	0,00	Molto basso
8	3,60	57,48	41,79	348,26	200,00	0,97	0,35	0,07	5,14	NL	0,00	Molto basso
9	3,80	61,09	43,44	344,90	200,00	0,97	0,35	0,07	4,93	NL	0,00	Molto basso
10	4,00	64,70	45,09	341,70	200,00	0,97	0,34	0,07	4,75	NL	0,00	Molto basso
11	4,20	68,31	46,74	338,64	200,00	0,97	0,33	0,07	4,58	NL	0,00	Molto basso
12	4,40	71,93	48,39	335,71	200,00	0,97	0,33	0,07	4,43	NL	0,00	Molto basso
13	4,60	75,54	50,04	332,91	200,00	0,96	0,32	0,07	4,29	NL	0,00	Molto basso

14	4,80	79,15	51,69	330,22	200,00	0,96	0,32	0,08	4,16	NL	0.00	basso
15	5,00	82,77	53,35	327,63	200,00	0,96	0,31	0,08	4,05	NL	0.00	Molto basso
16	5,20	86,38	55,00	325,14	200,00	0,96	0,31	0,08	3,94	NL	0.00	Molto basso
17	5,40	89,99	56,65	322,75	200,00	0,96	0,30	0,08	3,84	NL	0.00	Molto basso
18	5,60	93,60	58,30	320,44	200,00	0,96	0,30	0,08	3,75	NL	0.00	Molto basso
19	5,80	97,22	59,95	318,21	200,00	0,96	0,29	0,08	3,66	NL	0.00	Molto basso
20	6,00	100,83	61,60	316,05	200,00	0,95	0,29	0,08	3,58	NL	0.00	Molto basso
21	6,20	104,44	63,25	313,97	200,00	0,95	0,28	0,08	3,50	NL	0.00	Molto basso
22	6,40	108,05	64,90	311,95	200,00	0,95	0,28	0,08	3,43	NL	0.00	Molto basso
23	6,60	111,67	66,56	310,00	200,00	0,95	0,28	0,08	3,36	NL	0.00	Molto basso
24	6,80	115,28	68,21	308,11	200,00	0,95	0,27	0,08	3,30	NL	0.00	Molto basso
25	7,00	118,89	69,86	306,27	200,00	0,95	0,27	0,08	3,24	NL	0.00	Molto basso
26	7,20	122,50	71,51	304,49	200,00	0,94	0,27	0,08	3,18	NL	0.00	Molto basso
27	7,40	126,12	73,16	302,75	200,00	0,94	0,26	0,08	3,13	NL	0.00	Molto basso
28	7,60	129,73	74,81	301,07	200,00	0,94	0,26	0,08	3,08	NL	0.00	Molto basso
29	7,80	133,34	76,46	299,43	200,00	0,94	0,26	0,08	3,03	NL	0.00	Molto basso
30	8,00	136,95	78,11	297,84	200,00	0,94	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
31	8,20	0,00	0,00	297,84	200,00	0,94	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
32	8,40	0,00	0,00	297,84	200,00	0,94	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
33	8,60	0,00	0,00	297,84	200,00	0,93	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
34	8,80	0,00	0,00	297,84	200,00	0,93	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
35	9,00	0,00	0,00	297,84	200,00	0,93	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
36	9,20	0,00	0,00	297,84	200,00	0,93	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
37	9,40	0,00	0,00	297,84	200,00	0,92	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
38	9,60	0,00	0,00	297,84	200,00	0,92	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
39	9,80	0,00	0,00	297,84	200,00	0,91	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso
40	10,00	0,00	0,00	297,84	200,00	0,91	0,25	0,08	2,98	NL	0.00	Molto basso



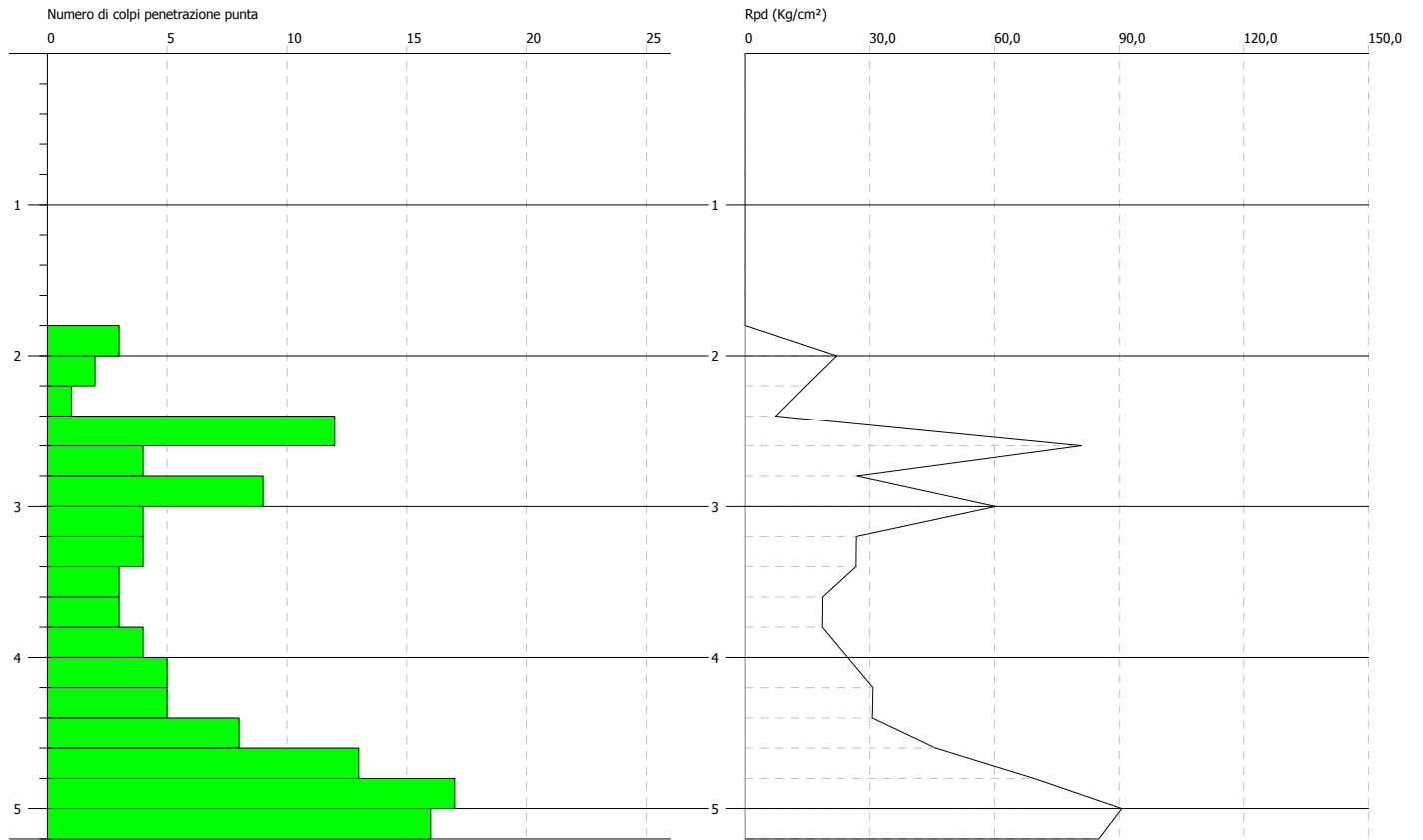
**CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI**  
**SICUREZZA RELATIVO ALLA**  
**LIQUEFAZIONE DEI TERRENI**

**INDAGINI ESEGUITE**

- *3 prove penetrometriche dinamiche DPSH*
- *6 indagini sismiche di diverse tipologie (2 MASW, 2 HVSR, 2 profili sismici a rifrazione)*
- *2 saggi con scavatore meccanico e prelievo di campioni di terreno*
- *2 analisi di laboratorio sui campioni prelevati*

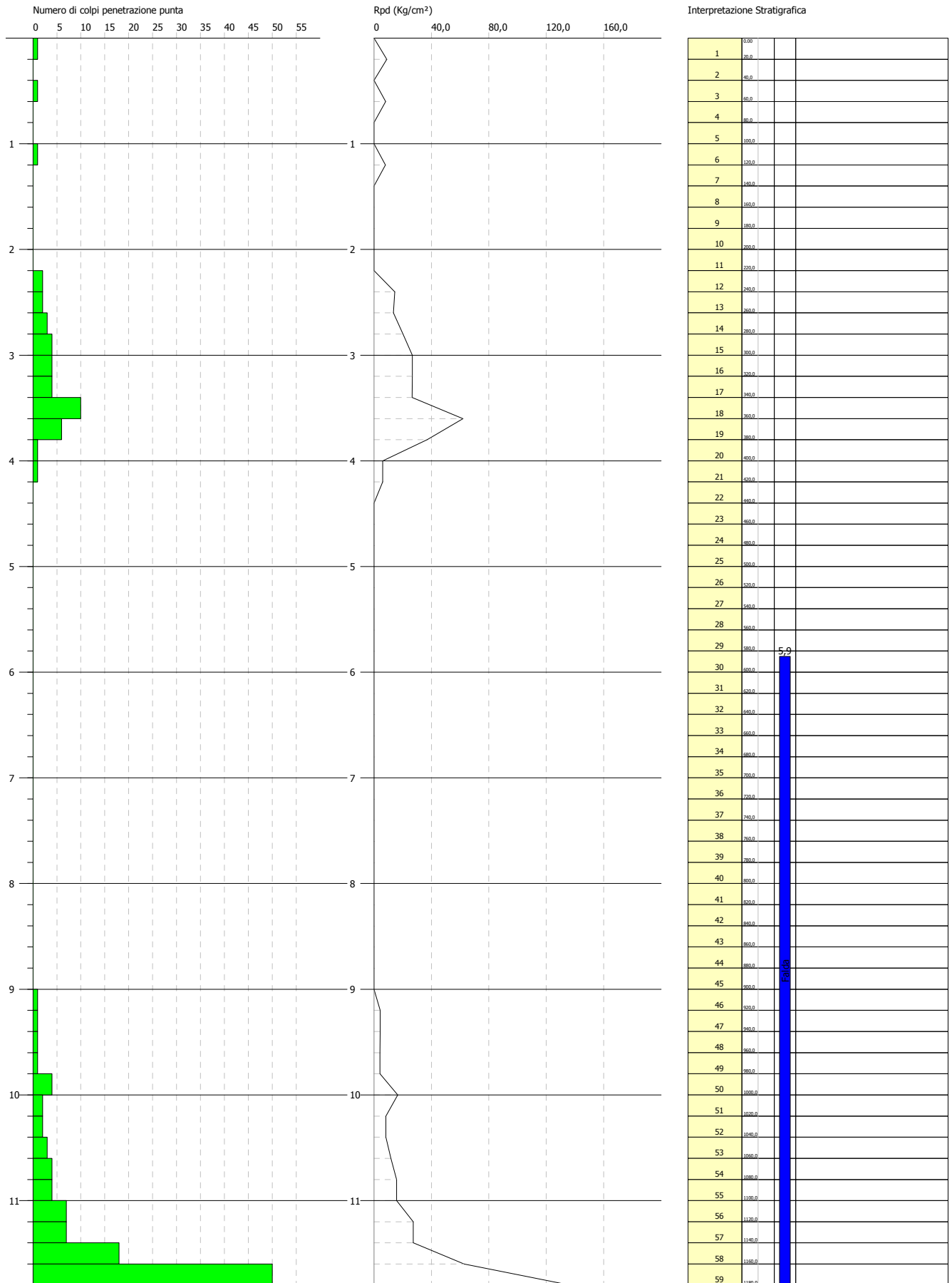
## Prati DPSH 1





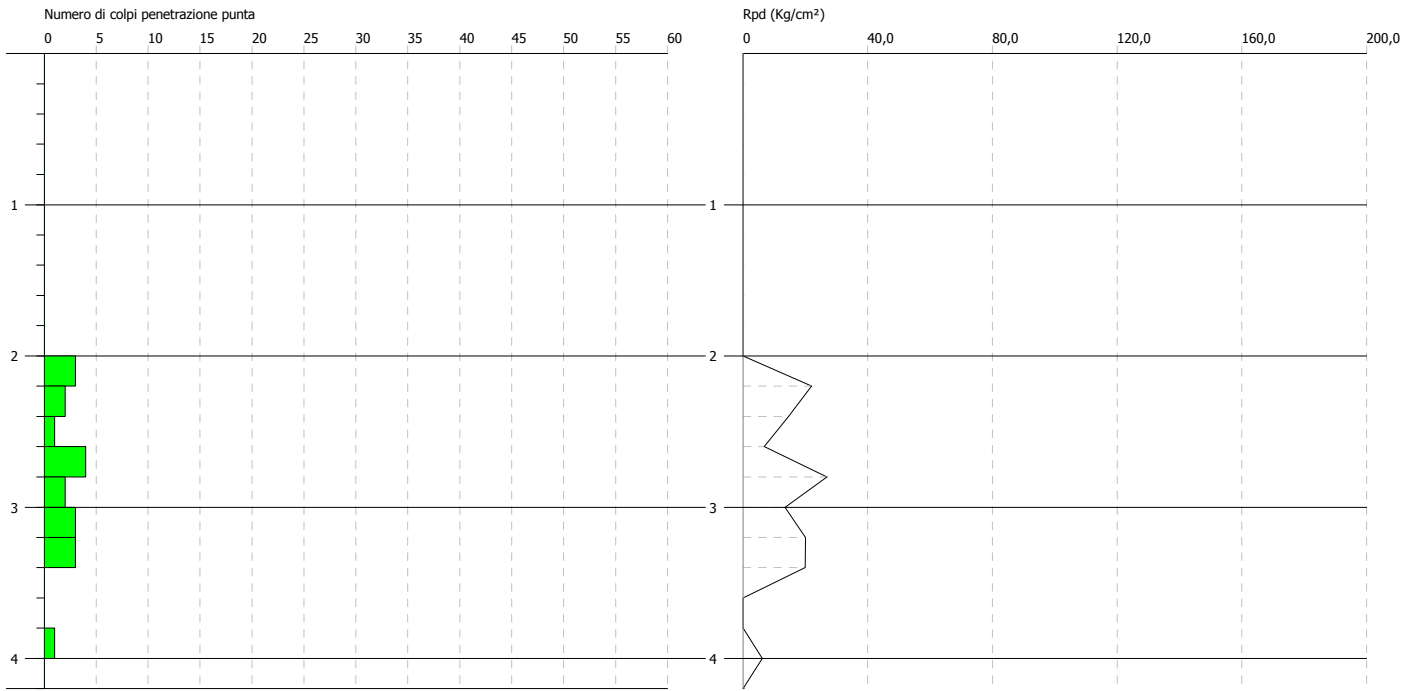
## Via di Montagna DPSH 1





## Via di Montagna DPSH 2



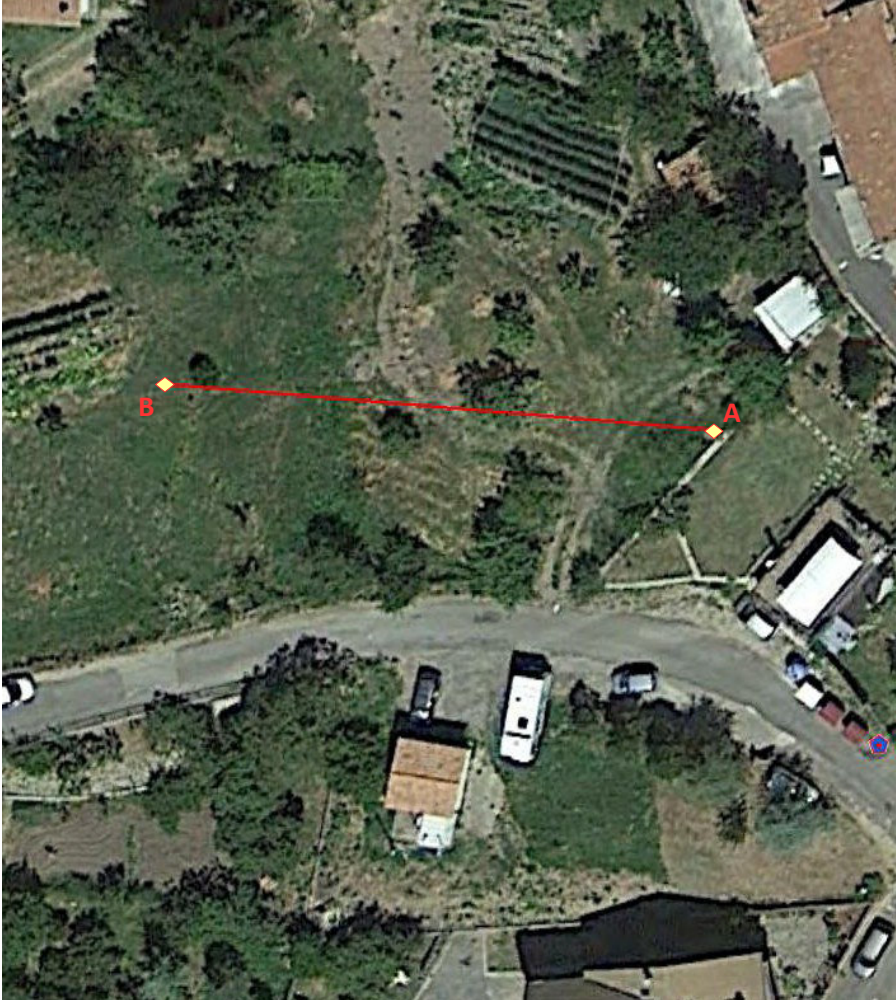


# **INDAGINI SISMICHE**



# Indagine geofisica: Via dei prati Bagnore (GR)

**Allegato 1:** ubicazione e documentazione fotografica

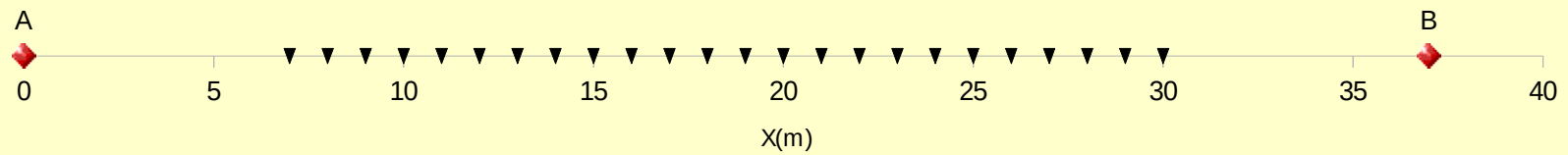


# Indagine geofisica: Via dei prati Bagnore (GR)

## Allegato 2: Geometria stendimenti

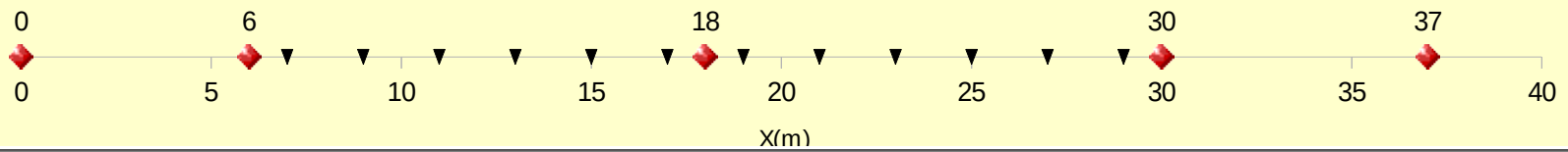
### Schema di acquisizione MASW

▼ Reicever ◈ Source



### Schema di acquisizione rifrazione in onde P

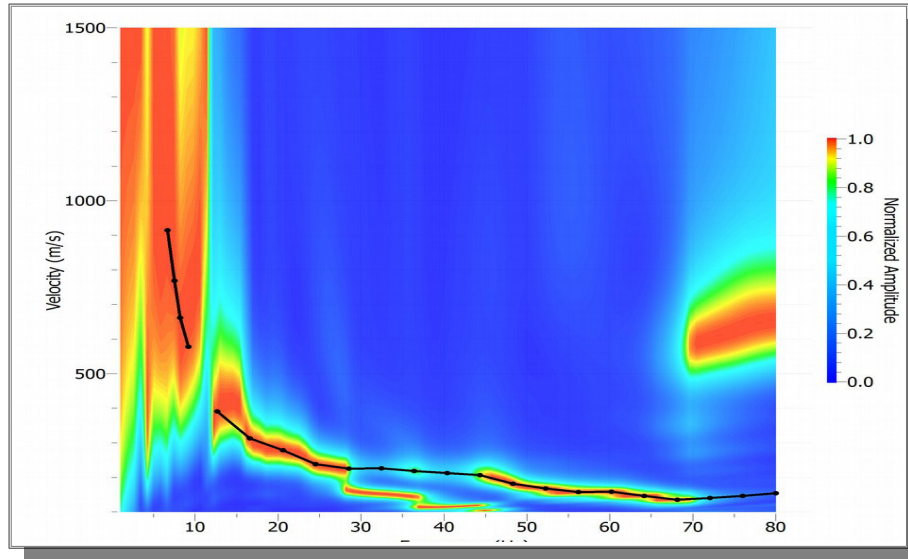
▼ Reicever ◈ Source



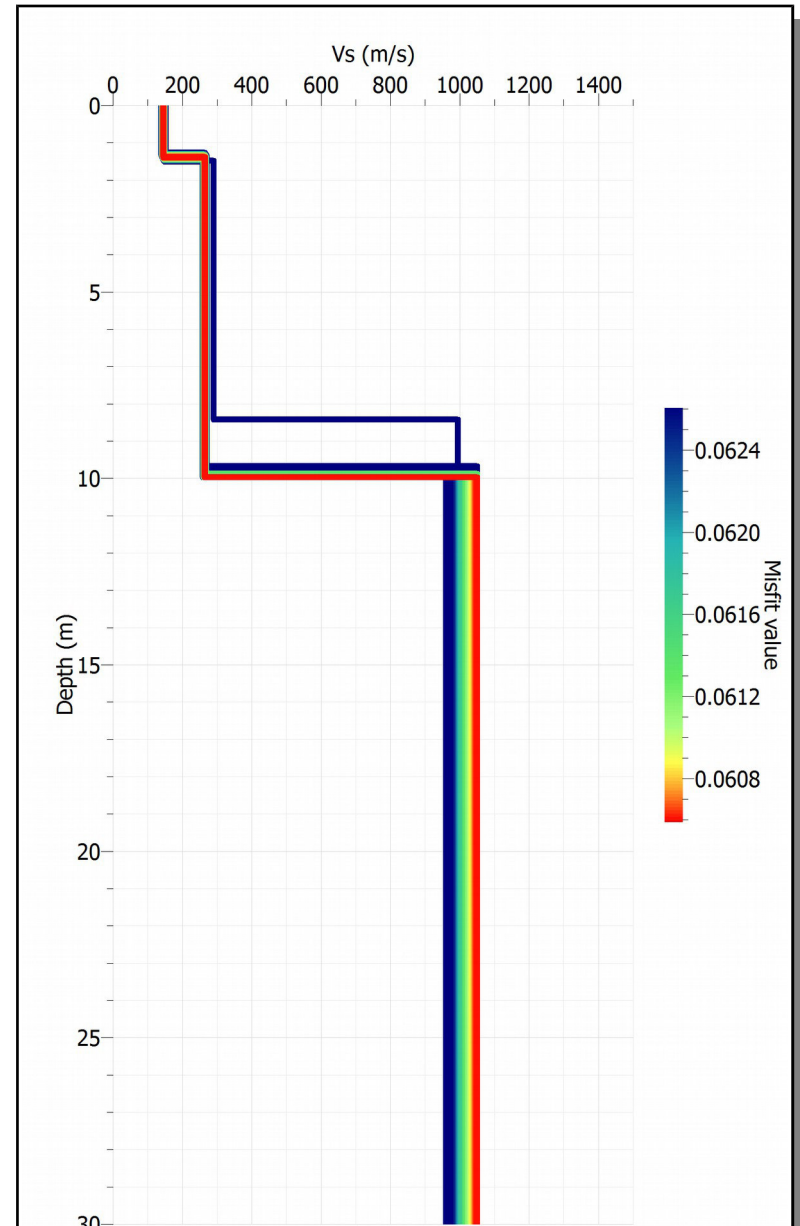
# Indagine geofisica MASW: Via dei prati Bagnore (GR)

## Allegato 3: MASW shot A

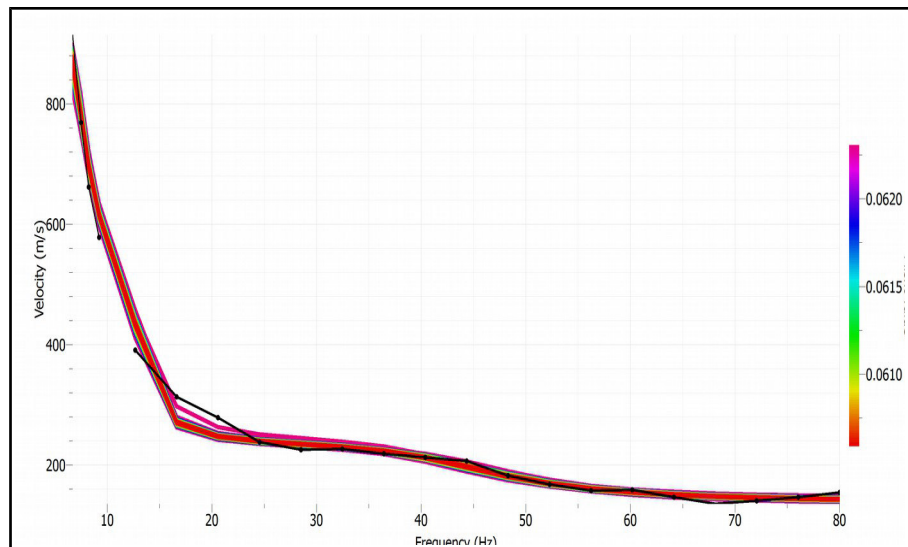
### CURVA DI DISPERSIONE MISURATA E RELATIVO PICKING



### PROFILO Vs



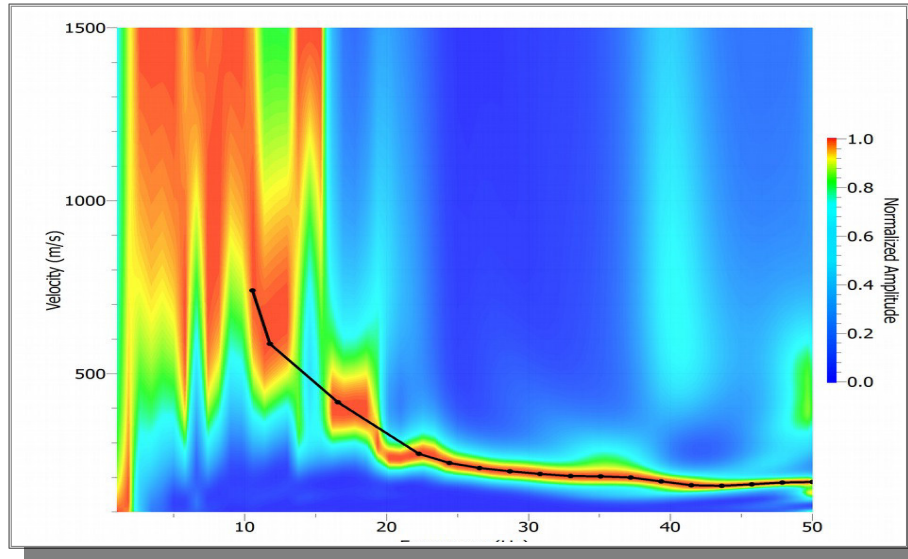
### PICKING CURVA MISURATA (NERA) E CURVE DI DISPERSIONE INVERTITE



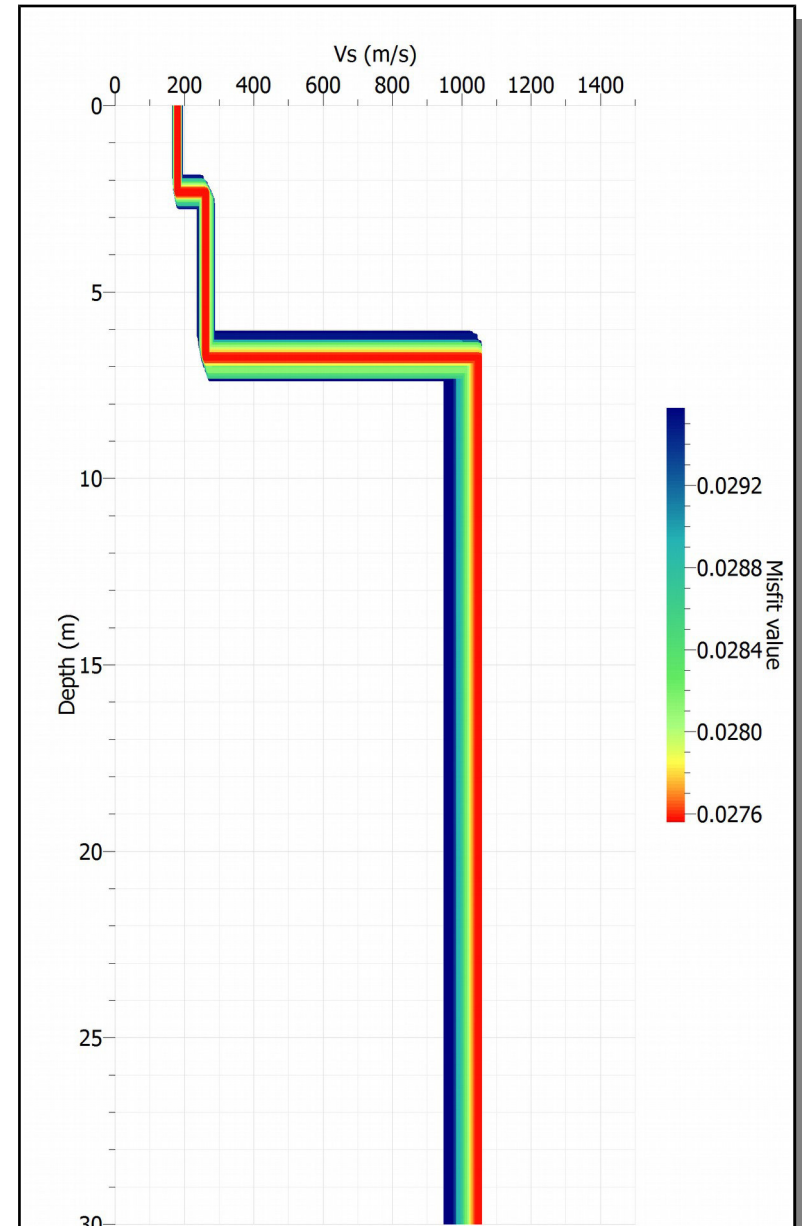
# Indagine geofisica: Via dei prati Bagnore (GR)

## Allegato 4: MASW shot B

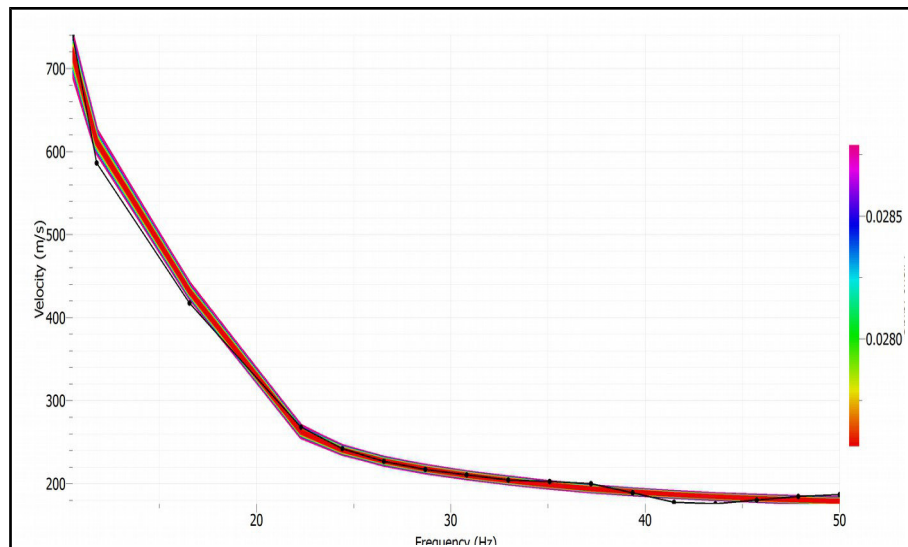
### CURVA DI DISPERSIONE MISURATA E RELATIVO PICKING



### PROFILO Vs



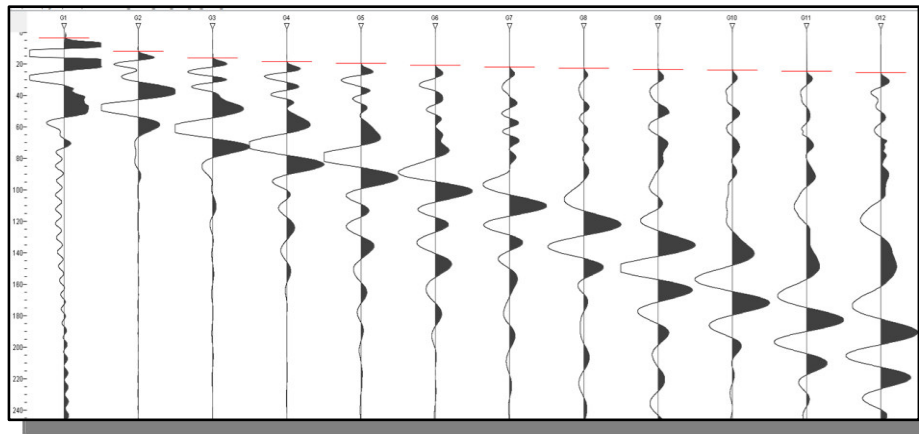
### PICKING CURVA MISURATA (NERA) E CURVE DI DISPERSIONE INVERTITE



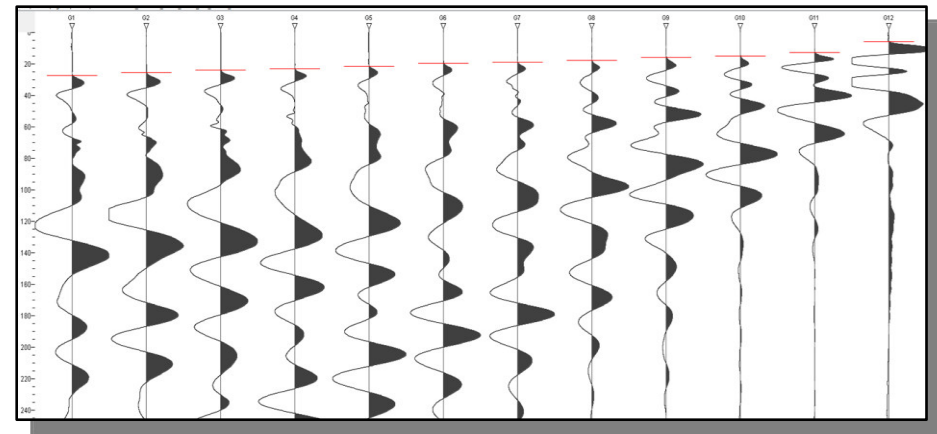
# Indagine geofisica: Via dei prati Bagnore (GR)

## Allegato 5: Rifrazione onde P: picking e dromocrone

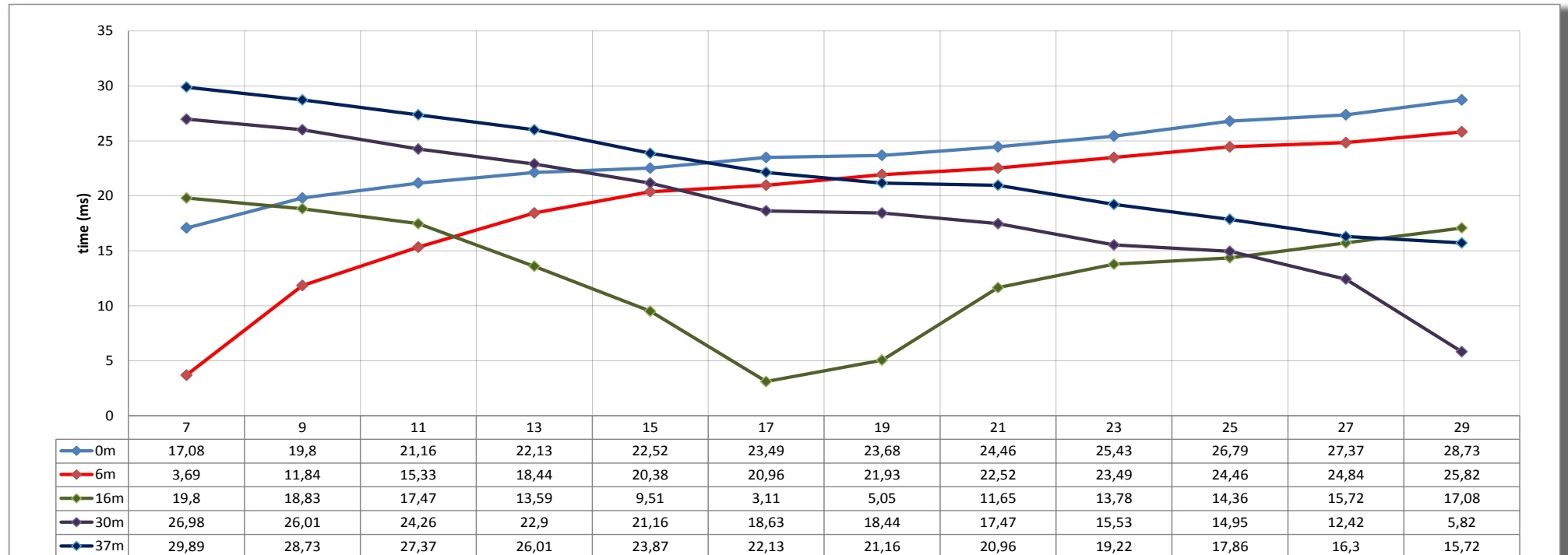
SHOT CON SORGENTE IN POSIZIONE 6 m



SHOT CON SORGENTE IN POSIZIONE 30 m



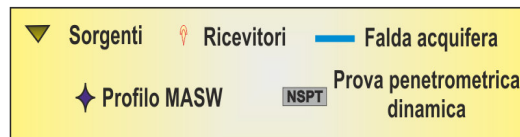
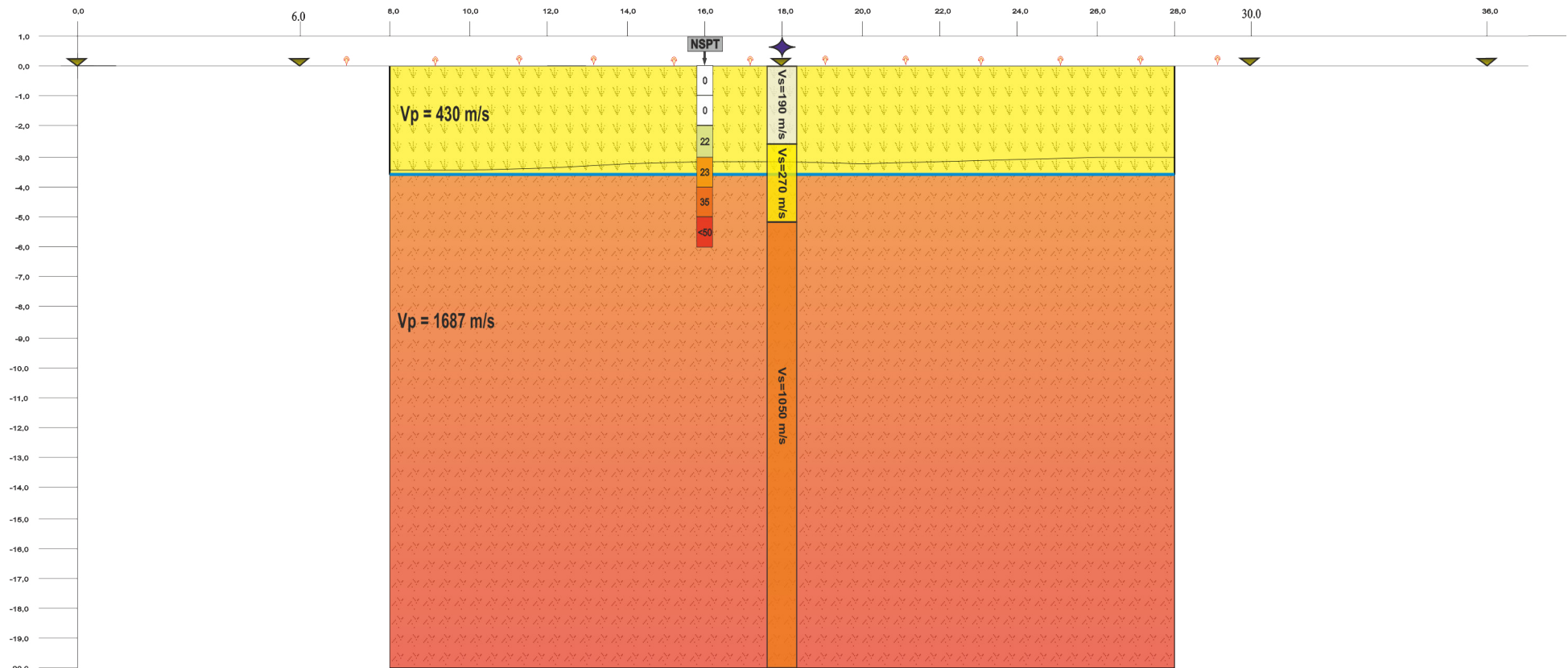
DROMOCRONE E TABELLA CON I TEMPI DEI PRIMI ARRIVI



# Indagine geofisica: Via dei prati Bagnore (GR)

## Allegato 6: Rifrazione onde P: sezione risultante

### SEZIONE RISULTANTE DALLA RIFRAZIONE IN ONDE P



# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore (GR)

**Allegato 1:** ubicazione e documentazione fotografica

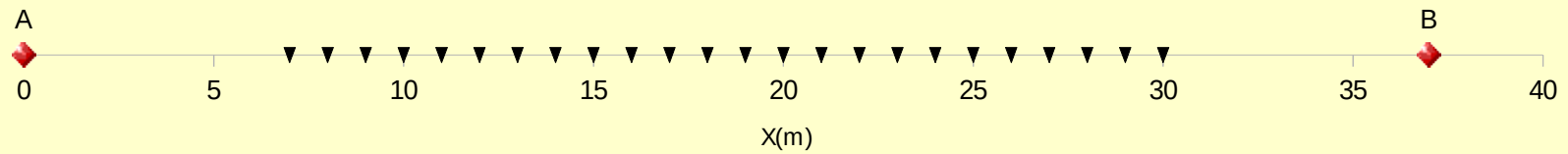


# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore (GR)

## Allegato 2: Geometria stendimenti

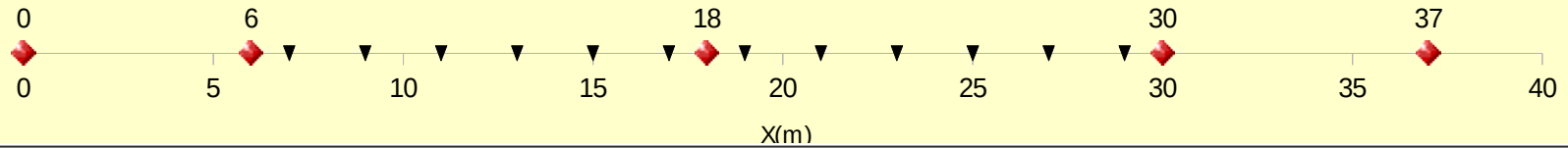
### Schema di acquisizione MASW

▼ Reicever ◆ Source



### Schema di acquisizione rifrazione in onde P

▼ Reicever ◆ Source

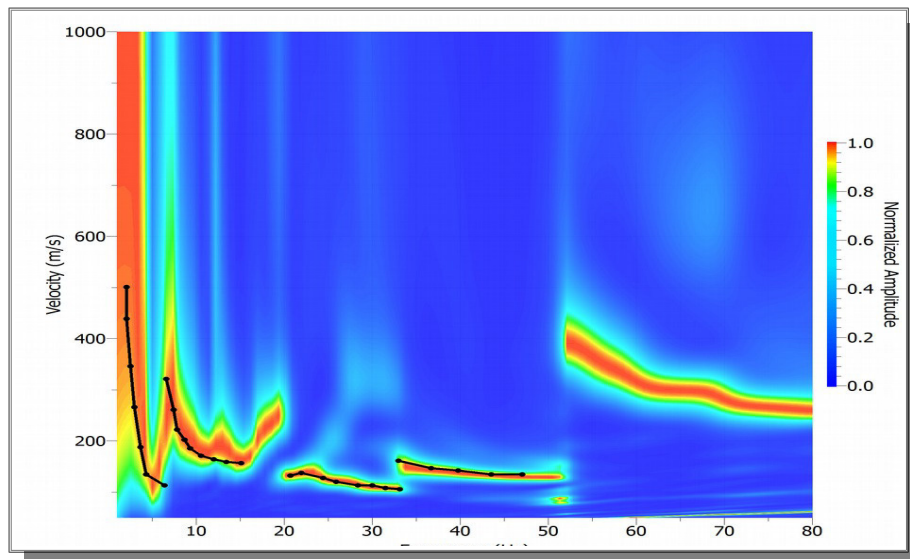




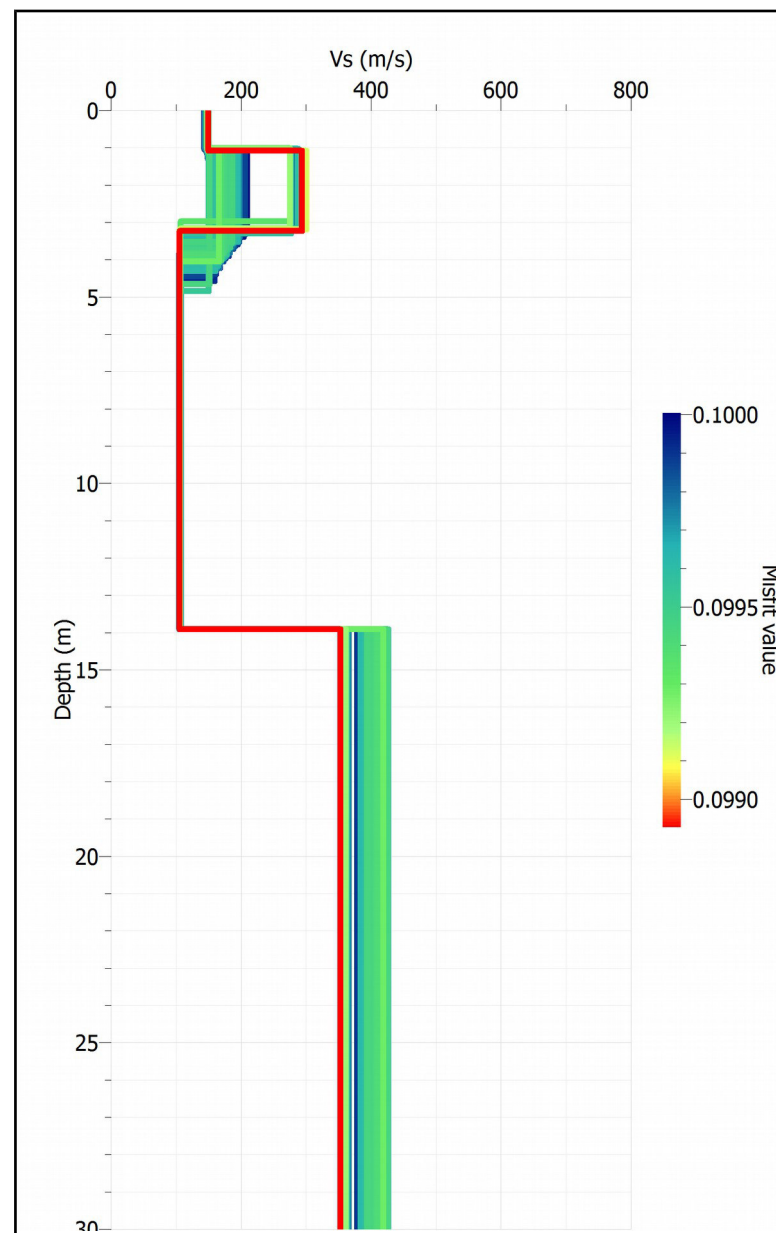
# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore(GR)

## Allegato 3: MASW shot A

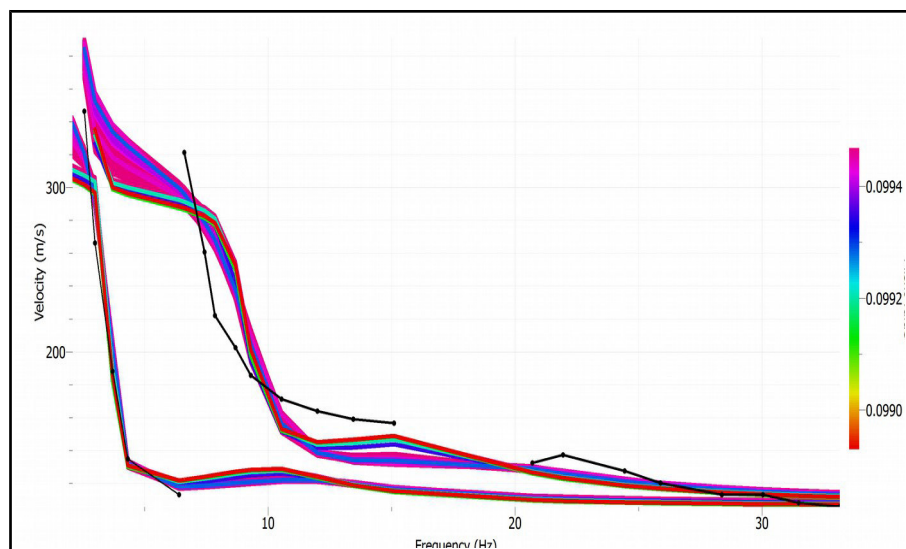
### CURVA DI DISPERSIONE MISURATA E RELATIVO PICKING



### PROFILO Vs



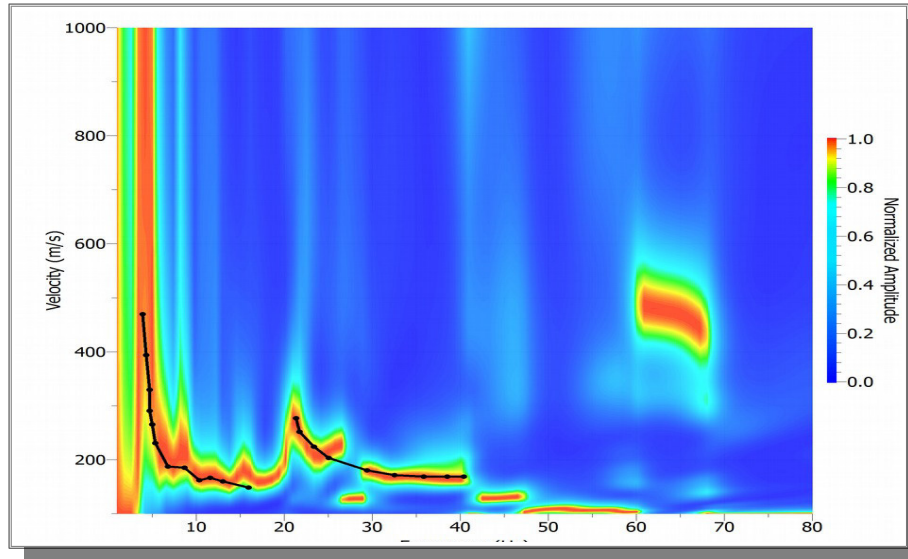
### PICKING CURVA MISURATA (NERA) E CURVE DI DISPERSIONE INVERTITE



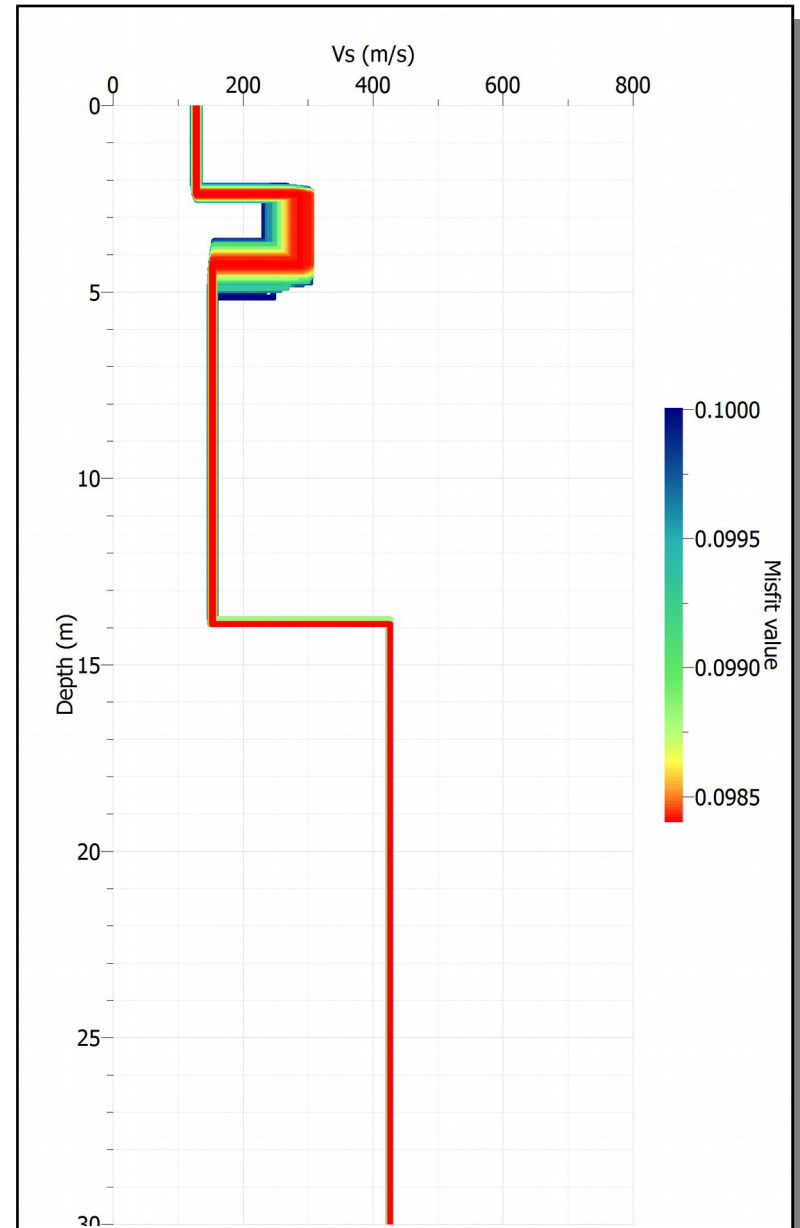
# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore (GR)

## Allegato 4: MASW shot B

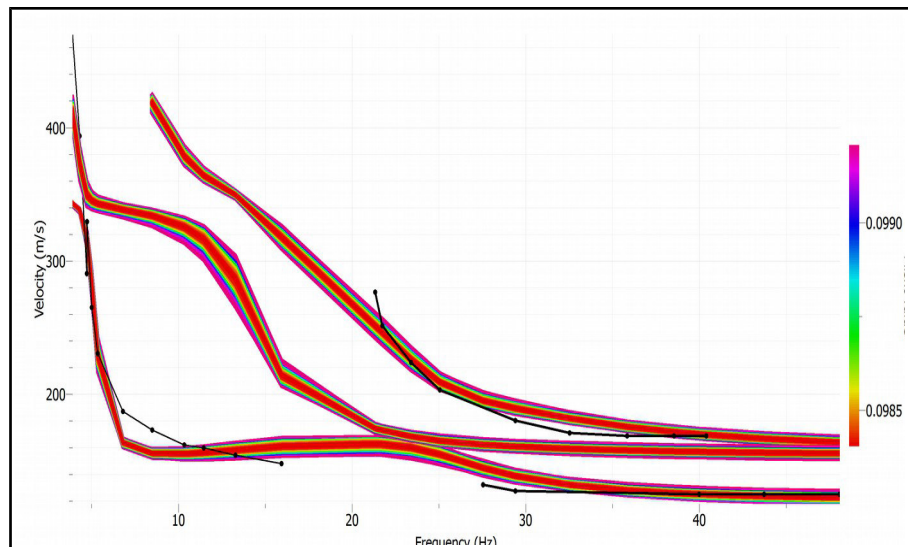
### CURVA DI DISPERSIONE MISURATA E RELATIVO PICKING



### PROFILO Vs



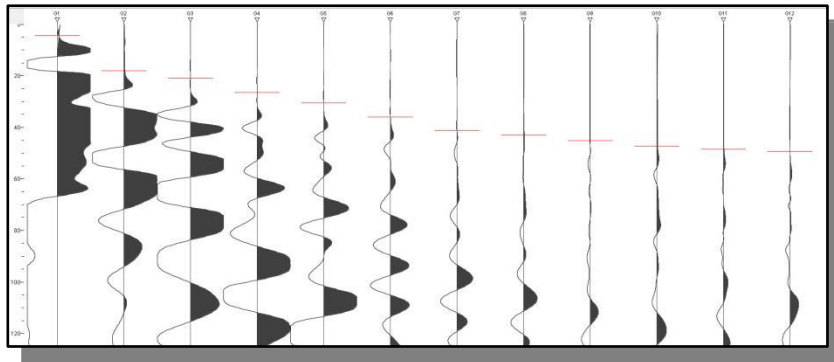
### PICKING CURVA MISURATA (NERA) E CURVE DI DISPERSIONE INVERTITE



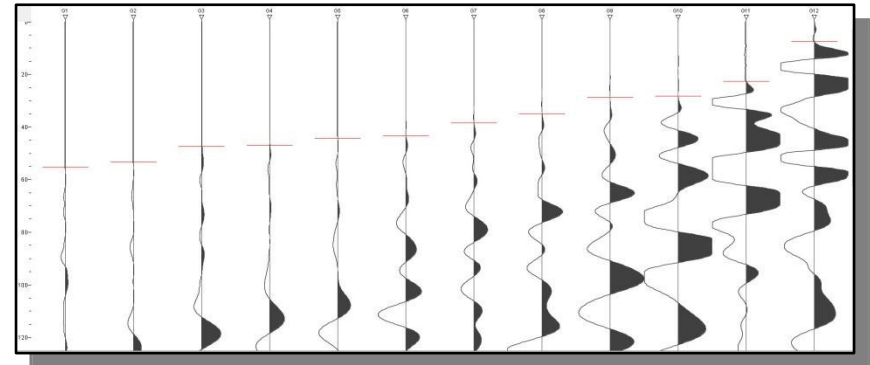
# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore (GR)

## Allegato 5: Rifrazione onde P: picking e dromocrone

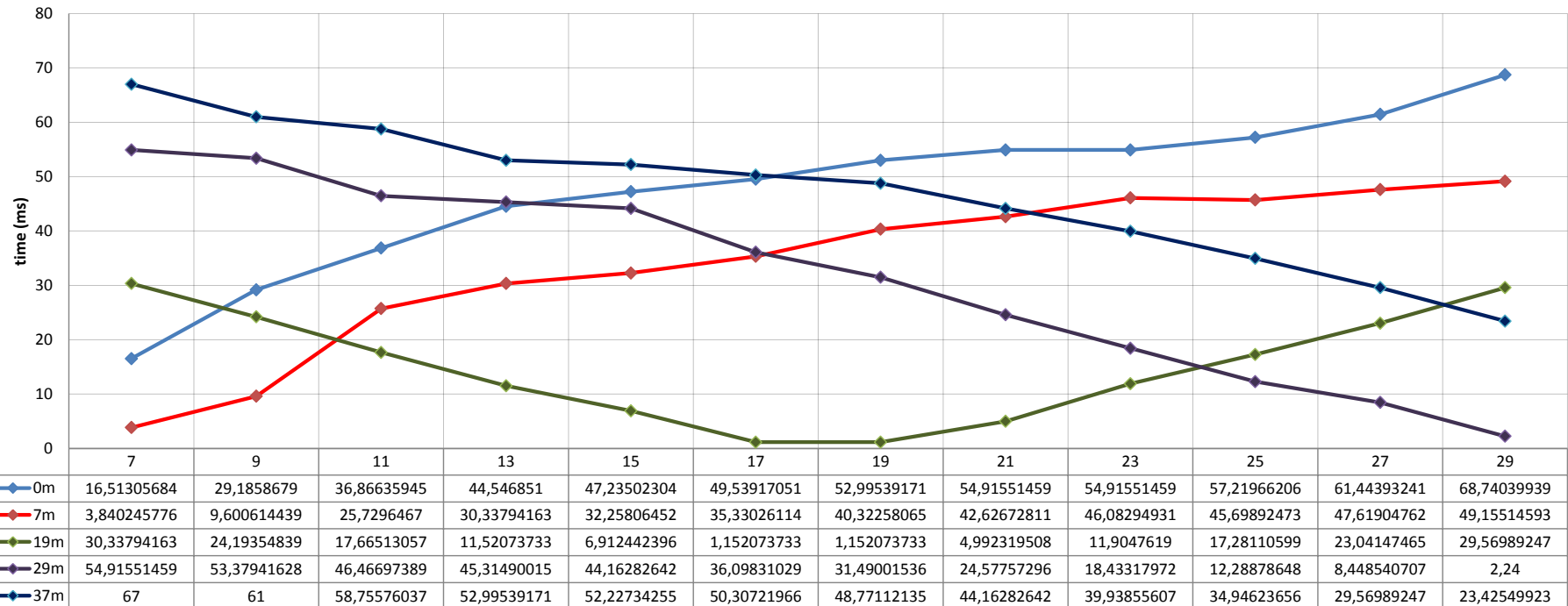
SHOT CON SORGENTE IN POSIZIONE 6 m



SHOT CON SORGENTE IN POSIZIONE 30 m



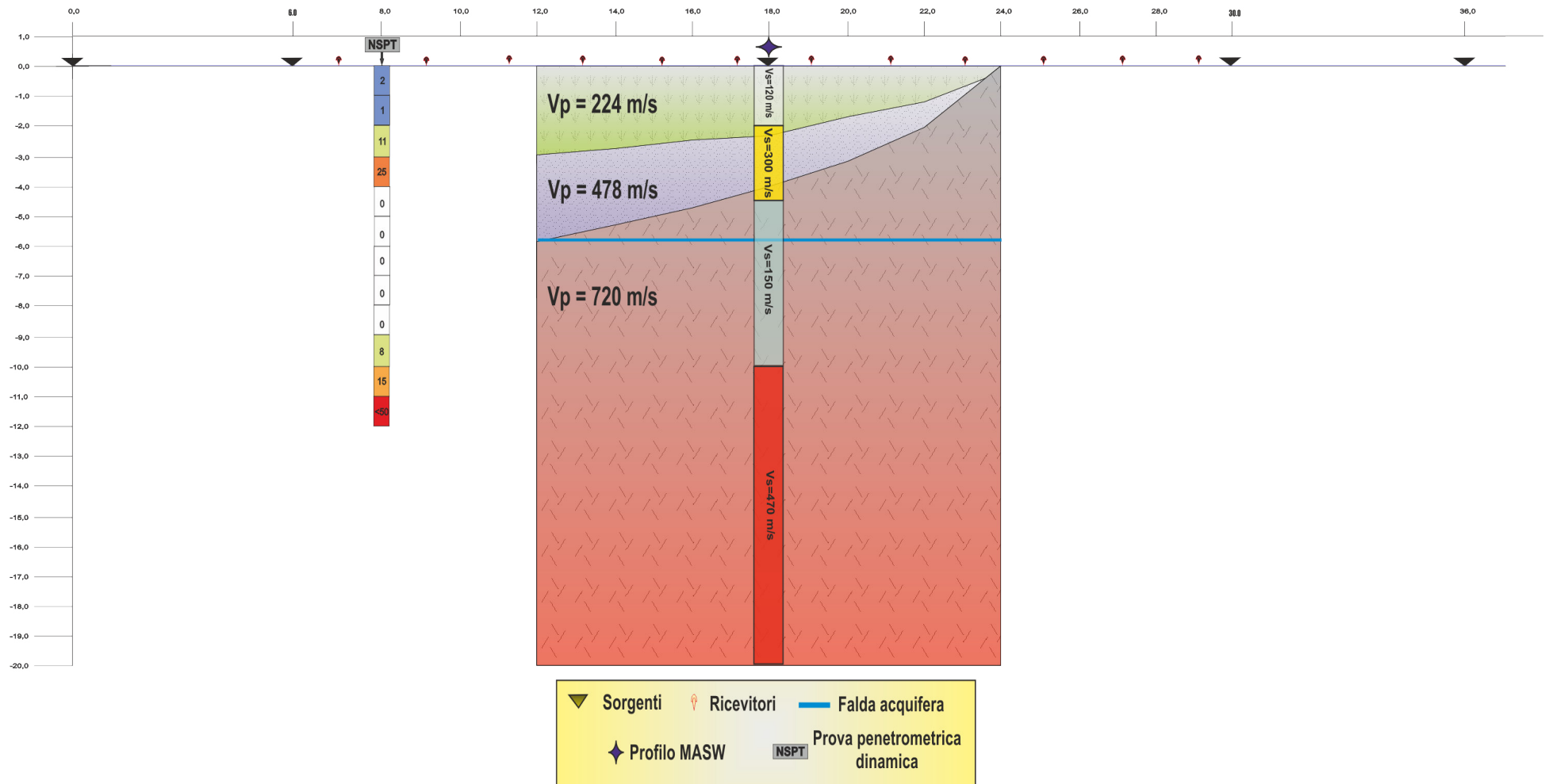
DROMOCRONE E TABELLA CON I TEMPI DEI PRIMI ARRIVI



# Indagine geofisica: Via della montagna Bagnore (GR)

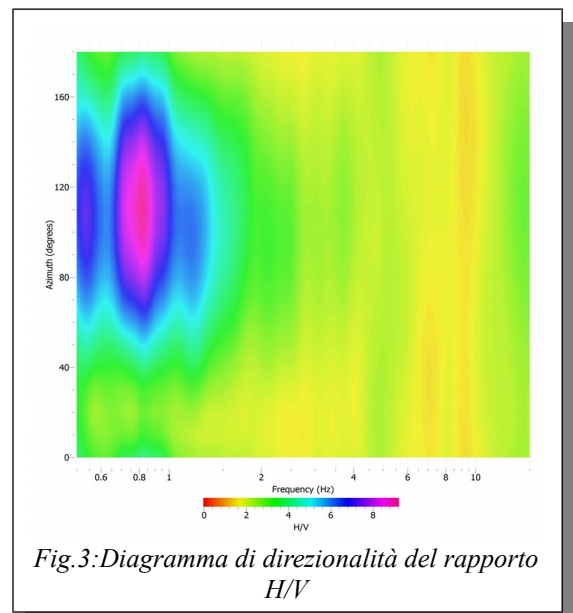
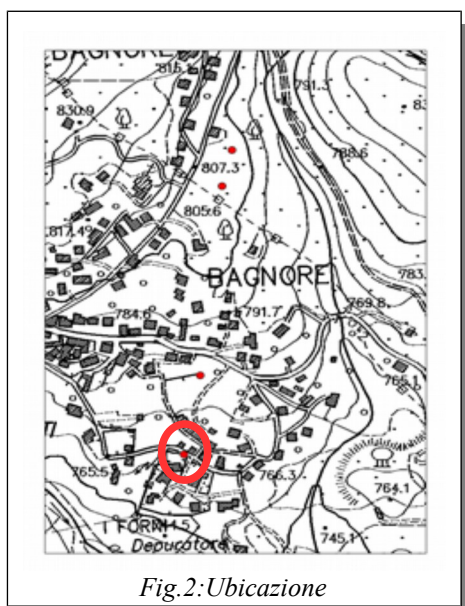
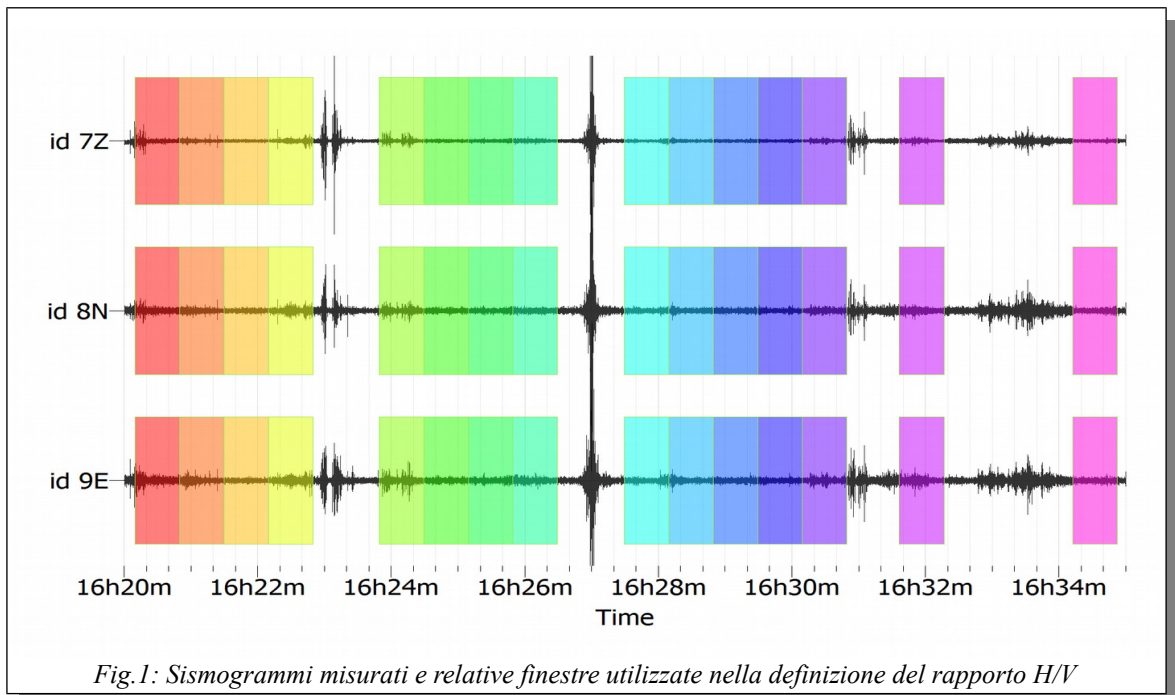
## Allegato 6: Rifrazione onde P: sezione risultante

### SEZIONE RISULTANTE DALLA RIFRAZIONE IN ONDE P



## HVSR via dei Prati Bagnore

Questa misura è stata effettuata il giorno 12/10/2013 lungo via dei Prati nell'abitato di Bagnore (fig 2). Tale prova non ha evidenziato picchi evidenti, eccetto quello a 0.9 hz. Il campo d'onda che lo ha generato è però fortemente anisotropo. Escludendo quindi quest'ultimo che sembra frutto di una sorgente anisotropa e non stazionaria, la curva non presenta altri picchi e quindi non è stata effettuata l'inversione. Il fatto che non sia presente il picco non significa che la misura non è affidabile o poco significativa, significa semplicemente che la misura potrebbe essere stata effettuata direttamente sul substrato roccioso senza impedenze sismiche nei primi 50 metri.. Questo dato è confermato dal sondaggio (identificativo regionale dell'ubicazione del sondaggio 29774151) effettuato nel 1961 a scopo minerario che mostra come la formazione flyschide affiorante in questa zona abbia uno spessore di oltre 400 metri.



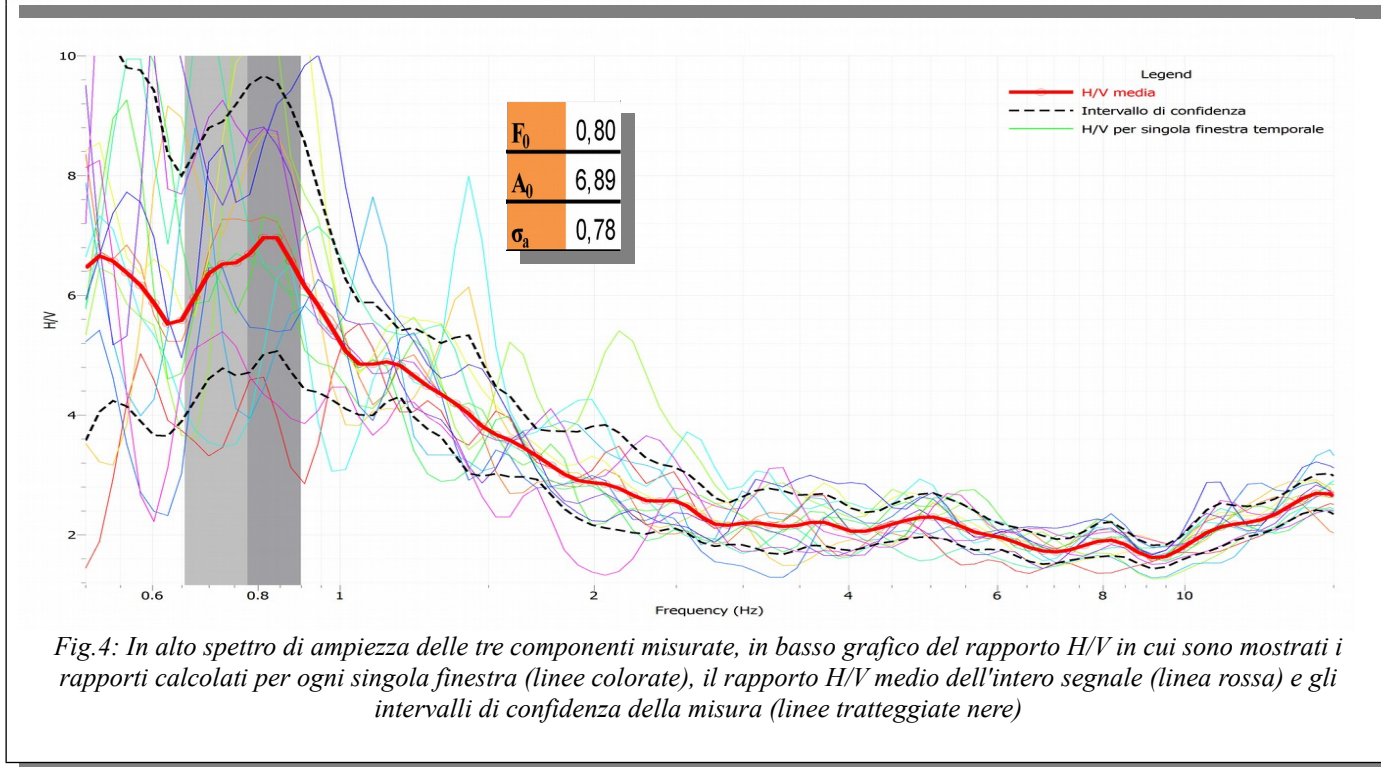
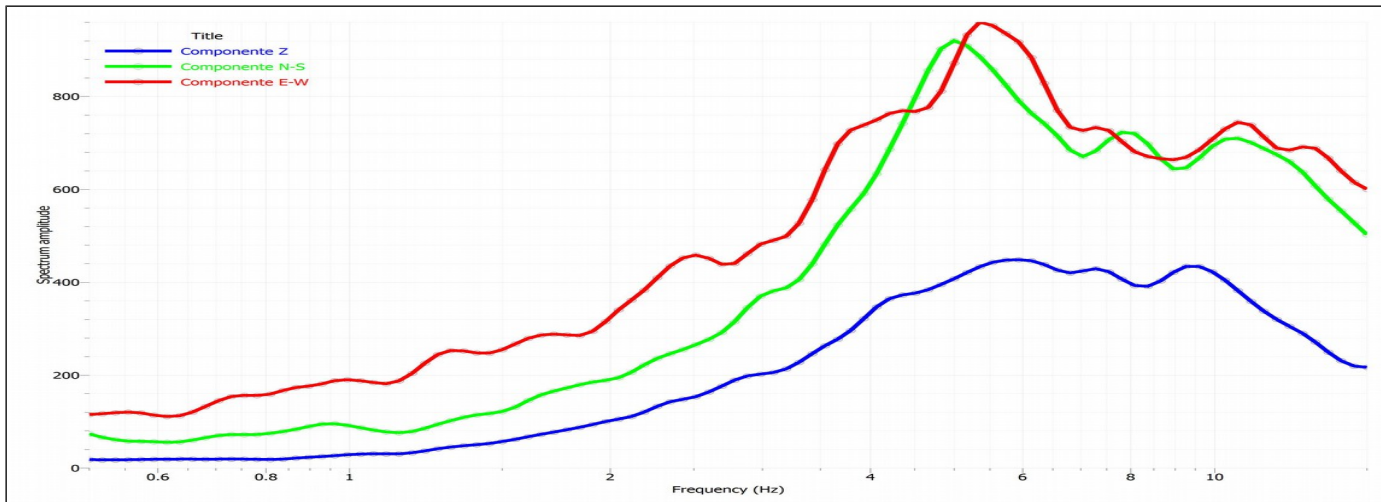
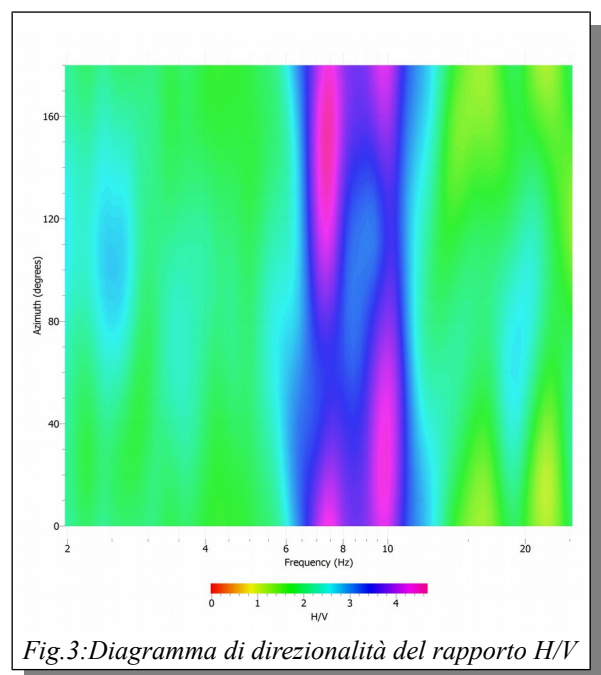
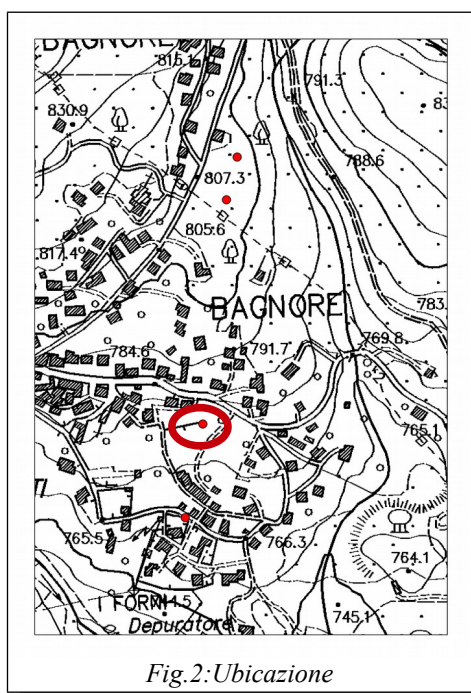
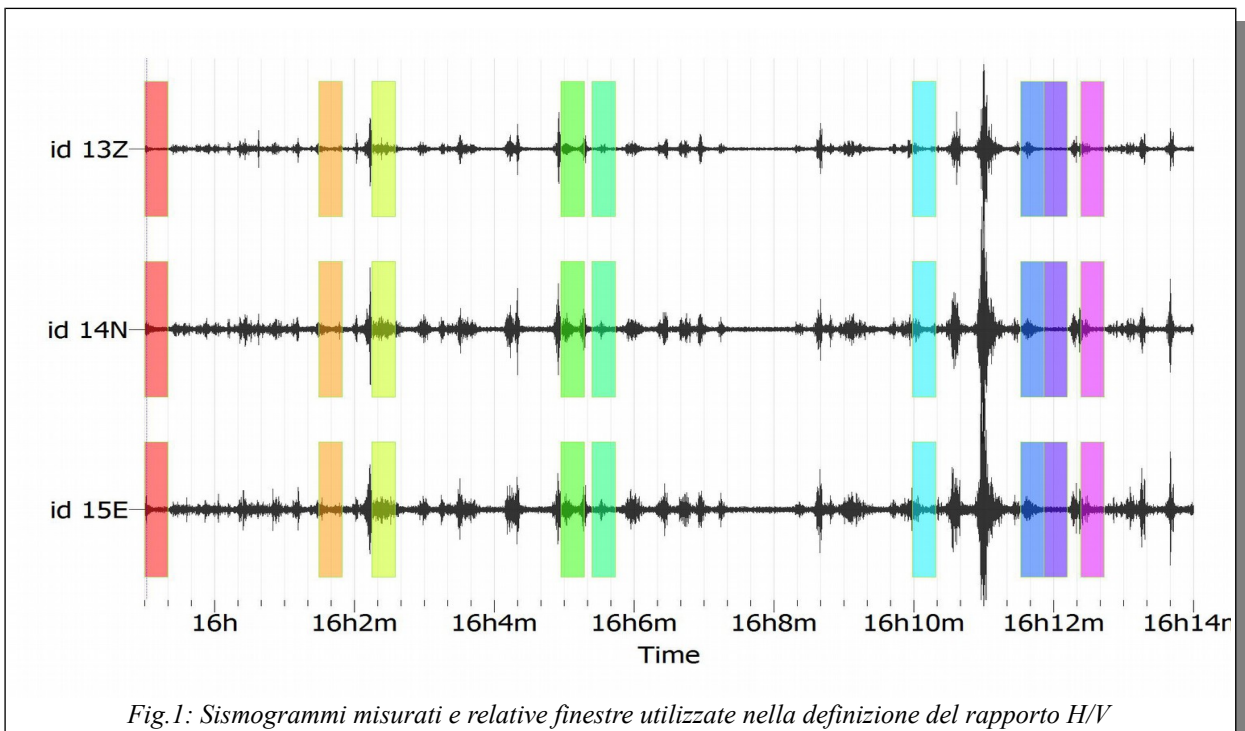


Fig.4: In alto spettro di ampiezza delle tre componenti misurate, in basso grafico del rapporto H/V in cui sono mostrati i rapporti calcolati per ogni singola finestra (linee colorate), il rapporto H/V medio dell'intero segnale (linea rossa) e gli intervalli di confidenza della misura (linee tratteggiate nere)

## HVSR via fratelli Cervi Bagnore

Questa misura è stata effettuata il giorno 12/10/2013 nei pressi del campo da tennis lungo via fratelli Cervi nell'abitato di Bagnore (fig 2). Tale prova ha evidenziato un picco a 8.15 Hz.; il quale non è stato interpretato a causa della sua forte direzionalità. Il campo d'onda che li ha generato è fortemente anisotropo (fig.3).



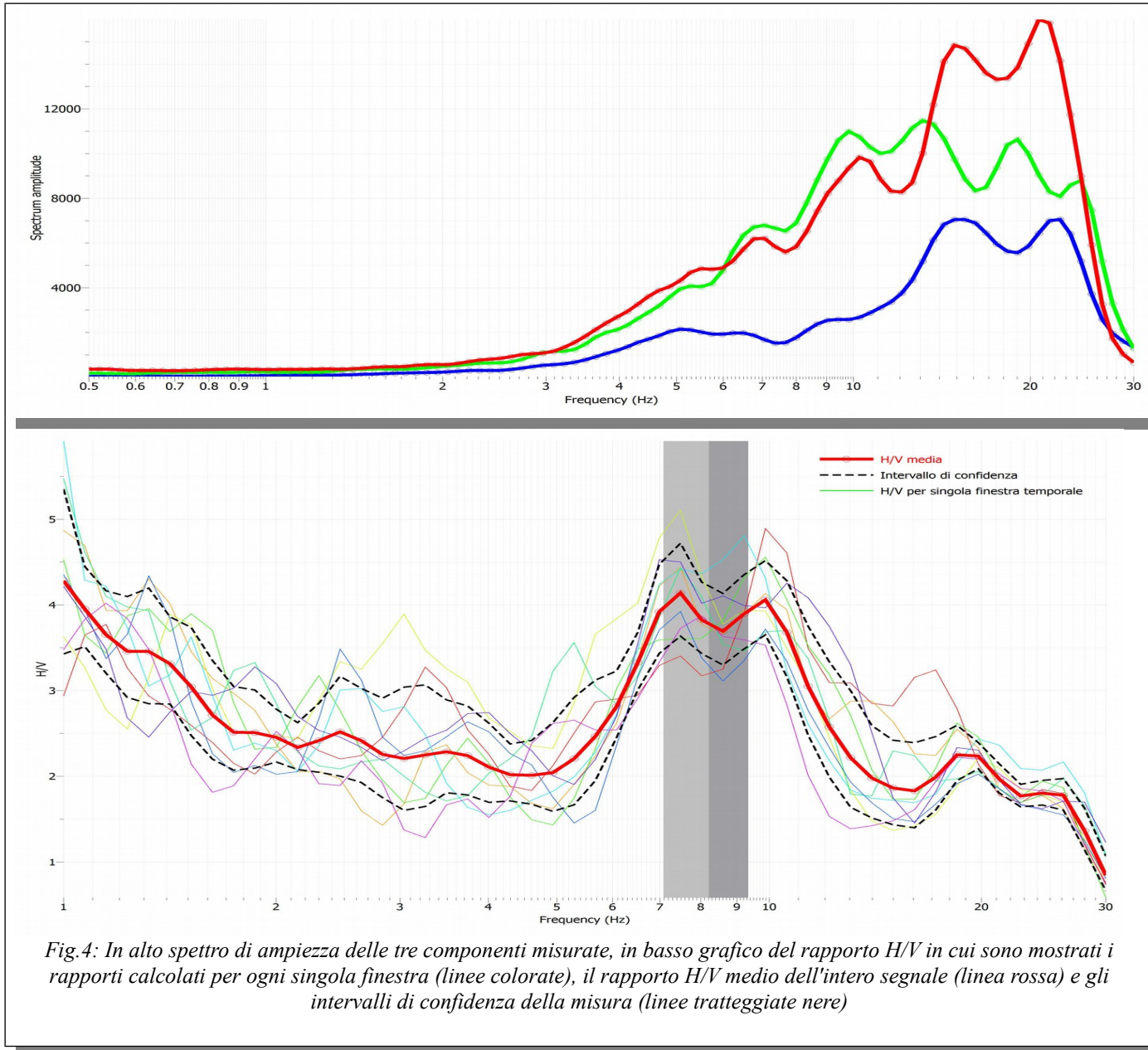


Fig.4: In alto spettro di ampiezza delle tre componenti misurate, in basso grafico del rapporto H/V in cui sono mostrati i rapporti calcolati per ogni singola finestra (linee colorate), il rapporto H/V medio dell'intero segnale (linea rossa) e gli intervalli di confidenza della misura (linee tratteggiate nere)



# **SAGGI CON SCAVATORE MECCANICO**

## **Via di Montagna**



## **I Prati**



# **ANALISI DI LABORATORIO**

Azienda con Sistema di Gestione Qualità  
UNI EN ISO 9001:2008  
Certificato n° 187908  
rilasciato da Bureau Veritas Italia S.p.A.

**Spett.le**  
Geoamiata S.a.s.  
Corso Toscana, 3  
58031 Arcidosso (GR)

## RAPPORTO DI PROVA n° C/VR/0132/15

### Descrizione Campione:

Tipologia campione	Terreno campione 1
Luogo di prelievo	Bagnore - Santa Fiora (GR)
Data di prelievo	14/01/2015
Data di accettazione	16/01/2015
Verbale di accettazione	0132V/15
Campione prelevato da	Geoamiata S.a.s
Campione presentato da	Geoamiata S.a.s
Inizio prova	16/01/2015
Fine prova	22/01/2015

				METODO
Residuo a 105° C	%	73,6		Ufficiale
Residuo a 600° C	%	66,9		Ufficiale
Densità	kg/dm <sup>3</sup>	2,37		Ufficiale
Densità Apparente T.Q.	kg/dm <sup>3</sup>	0,825		Ufficiale
Densità Apparente Saturo	kg/dm <sup>3</sup>	1,36		Ufficiale

### Tessitura:

Materiali grossolani	%	1,2		Ufficiale
Sabbia molto grossa	%	4,6		Ufficiale
Sabbia grossa	%	6,6		Ufficiale
Sabbia media	%	8,4		Ufficiale
Sabbia fine	%	7,2		Ufficiale
Sabbia molto fine	%	7,8		Ufficiale
Pelite	%	64,2		Ufficiale

*Il presente Rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e può essere riprodotto soltanto integralmente, salvo approvazione di StudioAmbiente.*

Grosseto, 23 gennaio 2015

pag. 1/1

Responsabile Sezione Chimica  
Dott. Paolasso Renato  
Ordine dei Chimici Toscana Sez. A n° 1080

Responsabile Laboratorio  
Dott. Gorelli Massimo  
Ordine Nazionale dei Biologi Sez. A n° 035410

Azienda con Sistema di Gestione Qualità  
UNI EN ISO 9001:2008  
Certificato n° 187908  
rilasciato da Bureau Veritas Italia S.p.A.

**Spett.le**  
Geoamiata S.a.s.  
Corso Toscana, 3  
58031 Arcidosso (GR)

## RAPPORTO DI PROVA n° C/VR/0133/15

### Descrizione Campione:

Tipologia campione	Terreno campione 2
Luogo di prelievo	Bagnore - Santa Fiora (GR)
Data di prelievo	14/01/2015
Data di accettazione	16/01/2015
Verbale di accettazione	0133V/15
Campione prelevato da	Geoamiata S.a.s
Campione presentato da	Geoamiata S.a.s
Inizio prova	16/01/2015
Fine prova	22/01/2015

				METODO
Residuo a 105° C	%	84,8		Ufficiale
Residuo a 600° C	%	80,2		Ufficiale
Densità	kg/dm <sup>3</sup>	2,48		Ufficiale
Densità Apparente T.Q.	kg/dm <sup>3</sup>	0,870		Ufficiale
Densità Apparente Saturo	kg/dm <sup>3</sup>	1,57		Ufficiale

### Tessitura:

Materiali grossolani	%	0,8		Ufficiale
Sabbia molto grossa	%	2,6		Ufficiale
Sabbia grossa	%	3,2		Ufficiale
Sabbia media	%	4,8		Ufficiale
Sabbia fine	%	10,8		Ufficiale
Sabbia molto fine	%	13,6		Ufficiale
Pelite	%	64,2		Ufficiale

*Il presente Rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e può essere riprodotto soltanto integralmente, salvo approvazione di StudioAmbiente.*

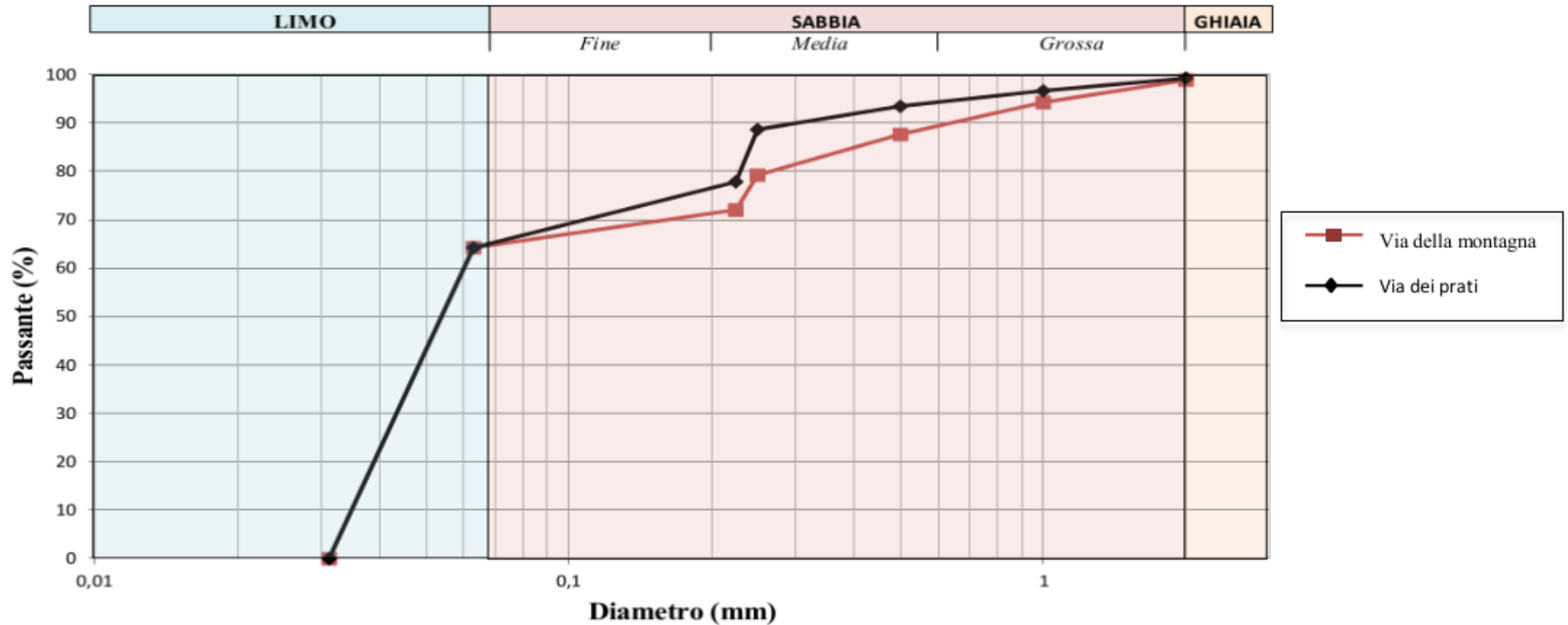
Grosseto, 23 gennaio 2015

pag. 1/1

Responsabile Sezione Chimica  
Dott. Prolasso Renato  
Ordine dei Chimici Toscana Sez. A n° 1080

Responsabile Laboratorio  
Dott. Gori Massimo  
Ordine Nazionale dei Biologi Sez. A n° 035410

# ANALISI GRANULOMETRICHE



Diametro Setacci (mm)	Passante campione via della montagna (%)	Passante campione via dei prati (%)
2	98,8	99,2
1	94,2	96,6
0,5	87,6	93,4
0,25	79,2	88,6
0,225	72	77,8
0,063	64,2	64,2

***Tablelle di valutazione della carta MOPS per singole  
U.T.O.E.***

# TABELLE DI VALUTAZIONE CARTA MOPS PER SINGOLA UTOE

## Bagnore

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, C. Crui, V. Fubili, F. Cuccini, F. Lunardi, F. Paschini, D. Pilassi, L.M. Puvillari. Il contributo delle misurazioni passive nella microzonazione di rischio sismico

## Bagnolo

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, C. Crui, V. Fubili, F. Cuccini, F. Lunardi, F. Paschini, D. Pilassi, L.M. Puvillari. Il contributo delle misurazioni passive nella microzonazione di rischio sismico

## Santa Fiora

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, G. Cusi, V. Fubili, F. Cimini, F. Landolfi, F. Barbieri, D. Dilani, L.M. Roselli, Il contributo delle misurazioni nella microzonazione di rischio sismico

## Marroneto

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, G. Cusi, V. Fubili, F. Cimini, F. Landolfi, F. Barbieri, D. Dilani, L.M. Roselli, Il contributo delle misurazioni nella microzonazione di rischio sismico



## San Bastiano

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, G. Cusi, V. Fubili, F. Cuzzini, F. Longhi, F. Barbieri, D. Dilani, L.M. Roselli, Il contributo delle misurazioni nella microzonazione di rischio sismico

## Selva

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\*D. Albarelo, G. Cusi, V. Fubili, F. Cuzzini, F. Longhi, F. Barbieri, D. Dilani, L.M. Roselli, Il contributo delle misurazioni nella microzonazione di rischio sismico

UTOE	celle occupate	Carta geologica			Sondaggi a distruzione			Sondaggi a carotaggio		
		anno rilevamento	progetto	scala rilevamento	numero	% celle occupate	arrivo al substrato	numero	% celle occupate	arrivo al substrato
Peso parametro		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Bagnore	15	1	0,66	1	0,33	0,33	0,33	0	0	0
Bagnolo	15	1	0,66	1	0	0	0	0	0	0
Santafiora	12	1	0,66	1	0	0	0	0,33	0,33	0,33
Marroneto	8	1	0,66	1	0	0	0	0,33	0,33	0,33
San Bastiano	3	1	0,66	1	0,33	0,33	0,33	0	0	0
Selva	7	1	0,66	1	0	0	0	0,33	0	0,33

UTOE	celle occupate	Indagini geofisiche			Prove in situ			Frequenza di sito		
		numero	% celle occupate	% arrivo al substrato	numero	% celle occupate	% arrivo al substrato	numero	% celle occupate	classe di affidabilità
Peso parametro		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Bagnore	15	0,33	0,33	1	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,66
Bagnolo	15	0	0	0	0	0	0	0,33	0,33	0,33
Santafiora	12	0,66	0,33	1	0	0	0	1	0,66	0,33
Marroneto	8	0,33	0,33	1	0,33	0,33	0	0,33	0,33	1
San Bastiano	3	0,33	0,33	1	0	0	0	0,33	1	0,66
Selva	7	0,33	0,33	1	0,33	0	0	0,33	0,33	0,33

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \frac{\sum_{j=1}^{J_i} S_{ij}}{J_i} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \frac{\sum_{j=1}^{J_i} S_{ij}}{J_i} \right)$$



UTOE	Valutazione %	Classe
Bagnore	43	C
Bagnolo	28	C
Santafiora	51	B
Marroneto	49	C
San Bastiano	45	C
Selva	41	C