

**STUDIO ASSOCIATO**



**GEOLOGIA APPLICATA**

**di Benedetti & Carmignani**

## **COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO**

### **RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'**

(ai sensi del D.P.G.R.T. 53/R del 25/10/2011, della L.R. 21 del 21/05/2012, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale ed ai sensi dello S.U. comunale vigente costituito dalla Variante Generale al R.U.)

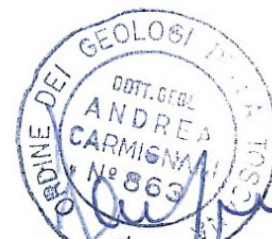
#### **Piano di Recupero per ristrutturazione edilizia e riqualificazione con spostamento di volumi**

**via Dori - via del Valico - fraz. Orentano**

Committente:

**SEGHETTI Mara e Lida, DEL PISTOIA Gino**

**marzo 2018**



Dott. Geol. Andrea CARMIGNANI

**Studio Associato di Geologia Applicata di BENEDETTI & CARMIGNANI**

Sede legale : via Turati, 15/1 ALTOPASCIO ( LU ) P. IVA 01664030465

Uffici: via Savorniana, 3 - 51019 PONTE BUGGIANESE ( PT )

tel. e fax 0572-635589 cell. 335-5652208 e-mail [andreacarmignani@interfree.it](mailto:andreacarmignani@interfree.it)

## **COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO**

### **Piano di Recupero per ristrutturazione edilizia e riqualificazione con spostamento di volumi**

via **Dori** - via **del Valico**– fraz. **Orentano**

Committente: **SEGHETTI Mara e Lida, DEL PISTOIA Gino**

### **RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'**

(ai sensi del D.P.G.R.T. 53/R del 25/10/2011, della L.R. 21 del 21/05/2012, del D.P.C.M. 05/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005 dell'Autorità di Bacino del F. Arno, del D.C.I. 3/3/2016 P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale ed ai sensi dello S.U. comunale vigente costituito dalla Variante Generale al R.U.)

---

#### **1 - PREMESSA**

Il presente rapporto espone i risultati di un'indagine geologica di approfondimento delle caratteristiche del territorio in cui si colloca la proprietà Seghetti – Del Pistoia nella parte nord occidentale del territorio del Comune di Castelfranco di Sotto in corrispondenza della località Orentano, lungo via del Valico – via Dori, a supporto del PIANO di RECUPERO finalizzato alla ristrutturazione edilizia e riqualificazione di volumi esistenti all'interno della proprietà, mediante demolizione e loro spostamento in collocazione più consona alle esigenze di uso dell'area, la cui posizione è identificata nella **Corografia Generale** in scala 1:10.000.

Così come meglio indicato nelle cartografie redatte dal Progettista a cui si rimanda per i dettagli, l'intervento complessivamente riguarda la realizzazione di due fabbricati costituiti da piano terra e piano primo, per pari superficie coperta dei volumi autorizzati esistenti sul limite SE del perimetro del P.R. e di cui è prevista la demolizione.

L'attuale fase di predisposizione del Piano di Recupero, si confronta con uno strumento urbanistico generale (Variante al R.U.) realizzati in rispetto al D.P.G.R.T. 53/R/2011, normativa questa ultima a cui verrà fatto riferimento anche in questa sede di approfondimento attuativo dell'operazione urbanistica intrapresa.

In ragione dei dettami contenuti nel Decreto del Presidente della Giunta Regionale **25 ottobre 2011 n. 53/R** (Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1 del 3 gennaio 2005 – *norme per il governo del territorio – in materia di indagini geologiche*), il Piano in esame può assumersi ricadere nella valenza degli art. 2.1. c) d) relativi alle indagini geologiche da effettuarsi per la formazione dei *Piani complessi di*

*intervento e loro varianti e dei Piani Attuativi e loro varianti, indagini finalizzate ad individuare le condizioni di fattibilità degli interventi di trasformazione (art. 3.1.b).*

Tali indagini sono da effettuarsi in conformità a quanto prescritto dalle direttive tecniche contenute nell'*allegato A* del suddetto regolamento regionale; limitatamente agli aspetti sismici di tali indagini geologiche, l'art. 3.3 indica la non necessità di effettuare specifici studi di microzonazione sismica.

Con la finalità di valutare eventuali condizioni di differente costituzione stratigrafica del sottosuolo dell'area di P.R., relativamente alla zona settentrionale di essa su cui si indirizzano le volontà di spostare i volumi esistenti, in questa sede si sono effettuate prove penetrometriche statiche e dinamiche superpesanti (C.P.T. – D.P.S.H.) che hanno permesso la ricostruzione preliminare delle condizioni stratigrafico – litologiche dei terreni che costituiscono tale parte di zona urbanistica.

Il confronto tra la cartografia tematica di supporto al PS e RU comunale vigenti con le condizioni rilevate in campagna e dedotte anche dalle conoscenze geognostiche acquisite dai sopra indicati approfondimenti, non rileva nuove condizioni di criticità territoriale e che quindi **non sono intervenute modifiche peggiorative** rispetto al quadro conoscitivo di riferimento (assetto geomorfologico, sismico e idrogeologico).

Oltre a quanto sopra esposto, si è provveduto anche alla esecuzione di un approfondimento in tema sismico del sito, mediante realizzazione di una prova geofisica con metodologia MASW, da cui è stato possibile attribuire la classe di suolo all'area e valutare la eventuale sussistenza di condizioni di sottosuolo che potessero costituire condizionamento alla sua utilizzazione sotto il profilo della sismicità dell'area.

Relativamente invece alla condizione di rischio idraulico, dato che la caratterizzazione dell'attuale S.U. ne vede la attribuzione sulla base di valutazioni storico-inventariali e non su specifiche verifiche idrauliche della propensione alla esondazione da parte del Rio del Valico limitrofo e quindi della possibilità di alluvionamento dei terreni di proprietà, visto anche che le carte di Variante al R.U. e di P.G.R.A. identificano condizioni critiche, si è suggerito alla Committenza di far effettuare uno specifico studio idraulico di determinazione degli scenari di alluvionabilità dei terreni, affidando ad un Ingegnere Idraulico un incarico finalizzato a tale scopo.

Si è quindi reso disponibile ed utilizzato in questa sede di valutazione della pericolosità del sito e della fattibilità dell'intervento, uno specifico studio idraulico delle portate del Rio del Valico prodotto dall'Ing. Bessi, dalla cui carta di alluvionamento con Tr 30 e 200 anni, si è estrapolata la carta di pericolosità idraulica delle aree di proprietà, distinte in base ai vari tempi di ritorno.

In tale ambito di studio, accertata la presenza di parte di intervento in zone alluvionabili, è stata identificata la modalità con cui porre in sicurezza idraulica i fabbricati suddetti e valutata la possibile

insorgenza di aggravii sul sistema idrografico e sulle condizioni di esondabilità, condizione necessaria per poter provvedere ad una corretta valutazione di compatibilità tra quanto previsto e le condizioni al contorno.

Ai sensi di quanto previsto dal *punto 4 dell'All. A del D.P.G.R.T. 53/R – Direttive per la formazione dei Piani Complessi di intervento e dei Piani Attuativi*, e sulla scorta degli elementi di caratterizzazione del territorio emersi dall'insieme delle indagini svolte in questa sede, delle cartografie comunali e di quelle dell'Autorità di Bacino, è stata infine prodotta una valutazione della compatibilità del P.R. nei confronti delle pericolosità rilevate e dettate le condizioni di espletamento delle successive fasi di progettazione ed iniziative di realizzazione degli interventi di cui si compone il Piano di Recupero studiato, elaborando i seguenti documenti di sintesi:

- Carta della pericolosità geologica con relative condizioni di fattibilità (DPGR n. 53/R del 25/10/2011)
- Carta della pericolosità idraulica con relative condizioni di fattibilità (DPGR n. 53/R del 25/10/2011)
- Carta della pericolosità sismica con relative condizioni di fattibilità (DPGR n. 53/R del 25/10/2011)

L'attuale analisi ha infine tenuto conto sia delle norme contenute nei Piani Stralcio Rischio Idraulico e P.A.I. dell'Autorità di Bacino del F. Arno (**D.P.C.M. 05/11/1999** e **D.P.C.M. 06/05/2005**), oltre che della **L.R.T. 12/05/2012 n. 21** “*disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi di acqua*”. e del **P.G.R.A.** del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale (**D.C.I. 3/3/2016**)

## **2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

### **2.1 - Inquadramento geografico**

Il sito oggetto di intervento è situato nella parte settentrionale del territorio comunale di Castelfranco di Sotto tra il nucleo di case che costituiscono la loc. Poggio al Valico ed il corso di acqua del Rio omonimo che separa il territorio comunale da quello di Altopascio, costituendo proprietà che si sviluppa verso Est rispetto alla Strada Provinciale d'Orentano.

Il perimetro di zona sottoposto a P.R. è articolato sia in porzioni di territorio di bassa pianura lungo la sponda sinistra del citato corso di acqua, che di collina, verso le propaggini di declivio che si sviluppano verso settentrione: le quote topografiche dell'area vanno pertanto da 10-11 m nella zona di pianura settentrionale a 19-20 m s.l.m. lungo la strada che dalla S.P. porta a Corte Dori – Rifoglieto.

L'area viene ad individuarsi nella cartografia ufficiale al foglio n. **105** ed alla tavoletta topografica **III NE “ Altopascio ”**; il terreno oggetto di P.R. è costituito da varie particelle catastali rappresentate

nelle documentazioni progettuali architettoniche, mentre il sito di imposta dei nuovi due edifici si localizza nel foglio n. 2 mappale n. 421 del N.C.T. del Comune di Castelfranco di Sotto.

## 2.2 - Inquadramento geomorfologico

Lo specifico lotto oggetto di imposta dei fabbricati, posto alla quota di circa 11.5 m s.l.m. presenta una morfologia blandamente inclinata verso Settentrione, in direzione del Rio Valico che rappresenta il principale ricettore idrografico dell'intera area presente a meridione di Altopascio.

I terreni affioranti costituiscono un terrazzo morfologico sui terreni alluvionali di fondovalle, delineatosi a partire dal Pleistocene conseguentemente ai movimenti tettonici che hanno portato da una parte al sollevamento della dorsale di *Montecarlo-Altopascio-Le Cerbaie* e dall'altra all'abbassamento del bacino di sedimentazione corrispondente all'attuale Padule di Bientina.

Il rilievo eseguito in un intorno significativo non ha evidenziato fenomeni di dissesto o processi geomorfologici in atto, anche in virtù della bassa acclività e delle generali buone caratteristiche di resistenza meccanica del terreno.

La stessa carta Geomorfologica della Variante al R.U., rileva la assenza di segni di processi riferiti alle aree inclinate di blando versante esistenti, mentre segnala la esistenza di una condizione geomorfologica di pianura alluvionale per la parte di territorio pressochè pianeggiante posto a lato del corso di acqua del Rio Valico.

## 2.3 – Caratteristiche litotecniche generali

Se si esclude una porzione superficiale di terreno rimaneggiato spesso circa 60-80 cm, i terreni presenti nell'area di indagine risultano depositi di tipo sedimentario alluvionale recenti per i primi 2 metri, dove si segnalano anche situazioni localizzate di terreni poco consistenti, seguiti in profondità da terreni consolidati di qualità geomeccaniche da medie a buone, nell'ambito di sedimenti prevalentemente coesivi argilloso-sabbiosi, con intercalazioni di livelli granulometricamente misti e quindi con presenza anche di sabbie e ghiaie associate alla matrice fine.

Quanto sopra descritto, ricavato dalle prove effettuate in questa sede, viene confermata dalla generale ricostruzione della caratterizzazione litologico – tecnica della carta omonima della variante al R.U., dove vengono distinte e aree di fondovalle caratterizzate da depositi alluvionali recenti prevalentemente sabbiosi e le aree di pendice limitrofe, caratterizzate da sabbie e conglomerati addensati con frazione argilloso – sabbiosa e livelli argillosi della formazione del bacino delle Cerbaie-Altopascio.

## 2.4 - Geologia

Dal punto di vista geologico (vedi allegata CARTA GEOLOGICA), la specifica area di intervento risulta genericamente caratterizzata dall'affioramento di sabbie, sabbie argillose ed argille, talora con ciottoli, di ambiente fluvio-lacustre (*Pleistocene medio*), appartenenti al II ciclo lacustre della pianura lucchese, formazione nota come **Serie delle Cerbaie** (o **Formazione di Casa Poggio ai Lecci**). Nella sua definizione generale si tratta di un conglomerato debolmente cementato in matrice sabbiosa, di colore prevalentemente rosso ocra, con ciottoli di quarziti, calcari cristallini e altri litotipi del Monte Pisano. Sono presenti anche livelli di spessore variabile di sabbie fini, sabbie limose e limi argillosi, di colore generalmente variabile dal giallo al grigio. Lo stato d'alterazione è particolarmente accentuato e caratterizzato da frequente ed abbondante argillificazione.

*Nel territorio in cui si colloca l'intervento sono prevalenti le frazioni più fini sabbiose ed argillose addensate, con scarsa presenza, o localizzata in livelli, di ciottoli.*

In corrispondenza delle zone di impluvio si segnala la presenza di depositi alluvionali recenti e attuali (*Olocene*) costituiti da prevalenti limi sabbiosi e argillosi formati per il sovralluvionamento che si è sviluppato man mano che il livello del mare è risalito durante la deglaciazione *postwurmiana*, talora orlati da depositi di versante (**aa** – *Olocene*).

## **3 - IDROLOGIA SUPERFICIALE E IDROGEOLOGIA**

### 3.1 – Idrologia superficiale

L'idrologia superficiale è rappresentata da un reticolo idrografico secondario, formato da una serie di fossette ubicate preferenzialmente lungo i margini di proprietà e lungo i confini campestri, che regima le acque di prima corrivazione verso Nord in direzione del Rio Valico posto a settentrione dell'area di Poggi al Valico, il quale rappresenta il collettore principale dell'area posta a meridione di Altopascio e che convoglia le acque verso Ovest.

Le condizioni di efficienza del sistema drenante sono discrete in considerazione della generale, seppur debole pendenza e della buona manutenzione del reticolo stesso.

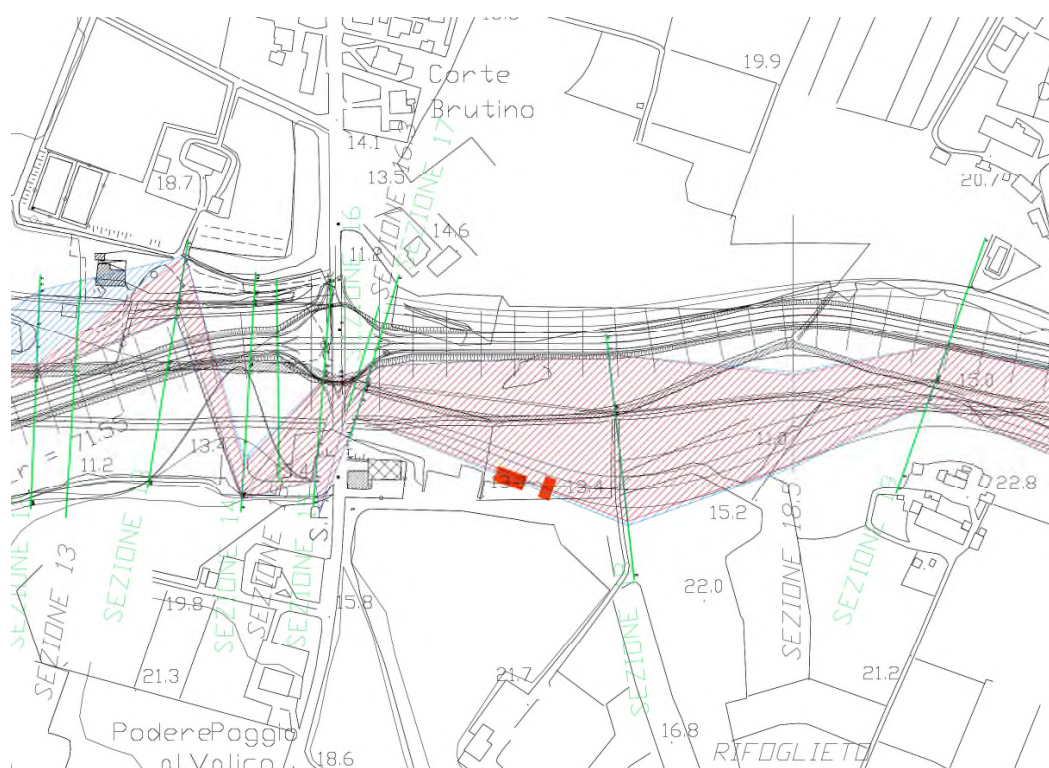
Le cartografie della Variante al RU indicano la presenza, all'interno dell'area oggetto di P.R., di un fosso secondario proveniente da SE e che, attraverso la parte occidentale dell'area di P.R. dove risulterebbero condizioni favorevoli alla edificazione dei nuovi edifici, si riversa nel Rio di Valico al limite occidentale della proprietà; nella realtà oggettiva dell'area come risulta dai rilievi osservazionali eseguiti, ed anche dalla visione dei rilievi strumentali Lidar, il tracciato evidenziato dalla carta risulta essere solamente una piccola scolina campestre che poi scorre parallela allo stradello che penetra la proprietà dalla S.P. verso Est e quindi non vi sono le condizioni per poterlo considerare alla stregua di

un “corso di acqua” vero e proprio, nè di un collettore di significativa rilevanza, ma solamente una fossetta di scolo verso il fondovalle delle acque meteoriche provenienti dalle aree più rialzate.

La situazione rilevabile in campagna **non rende pertinente alla realtà del sito la attribuzione di “corso di acqua” contenuta nella carta di pericolosità idraulica del RU, né la classificazione a pericolosità geologica elevata G.4 attribuita nella carta di pericolosità geomorfologica dello stesso RU al tracciato identificato nelle documentazioni di RU.**

Dato che nella Carta di Pericolosità Idraulica della Variante al R.U. vengono segnalate condizioni di suscettibilità alla esondazione di alcune parti di proprietà, senza peraltro essere sostenute da analisi di verifiche idrauliche che ne specificano nel dettaglio i tempi di ritorno ed i battenti attesi, e considerato che le stesse carte di PGRA segnalano situazioni di pericolosità da alluvionamento anche con tempi di ritorno brevi, la Committenza ha fatto effettuare uno specifico studio di tipo idraulico sul Rio di Valico e sulla propensione delle aree di intervento a subire eventi di alluvionamento.

Si è reso quindi disponibile uno specifico studio eseguito dall'Ing. Bessi che ha verificato la capacità di flusso delle acque di piena nel corso di acqua e la sua possibilità di determinare alluvionamenti sul territorio oggetto di P.R., fornendo la seguente carta di sintesi:



*Figura 7 – Aree allagabili per esondazioni del Rio Valico allo stato attuale per  $Tr=30$  anni (colorate in rosso) e  $Tr=200$  anni (colorate in blu); i fabbricati in esame sono colorati in arancio*

Da quanto rappresentato risulta che una parte della zona settentrionale del terreno di P.R. è sottoposta a alluvionamento con Tr 30 anni (pressochè coincidente all'area alluvionabile per Tr 200 anni), mentre una parte minoritaria di lotto (escludendo la zona a meridione di alto morfologico rispetto alle esondazioni ma sottoposta a vincolo idrogeologico) risulta in sicurezza idraulica e quindi scevra da alluvionamento per Tr 200 anni, condizione questa richiesta dalle norme per poterne considerare la libera utilizzazione.

L'analisi idraulica indica quanto segue:

*I risultati di dettaglio della modellazione idraulica allo stato attuale sono riportati in allegato alla presente relazione e dall'analisi degli stessi è stato possibile quantificare i battenti idraulici massimi attesi sull'area di impronta dei nuovi fabbricati.*

*Per l'edificio posto ad ovest i tiranti massimi attesi sono di circa 20 cm per la piena trentennale e di circa 30 cm per la piena duecentennale, mentre per l'edificio posto ad est i tiranti massimi attesi sono di circa 40 cm per la piena trentennale e di circa 50 cm per la piena duecentennale.*

### 3.2. – Caratteristiche idrogeologiche

La struttura idrogeologica delle *sabbie e sabbie argillose* del II ciclo lacustre è estremamente complessa in relazione alla marcata variabilità orizzontale e verticale dei litostrati permeabili.

Si tratta di modesti acquiferi sovrapposti e parzialmente anastomizzati tra di loro sia in senso verticale che orizzontale, situati nei livelli di sedimenti più grossolani (ghiaia-ciottolosa e sabbiosa) e caratterizzati, data la notevole percentuale di matrice fine e lo spessore abbastanza esiguo (0.5 – 5.0 m), da valori di trasmissività e potenzialità da medio a medio-bassi.

Una serie di dati relativi a pozzi presenti nella zona indicherebbero la presenza di una falda freatica attorno a profondità di -8/-9 m dal p.c., non potendosi comunque escludere a priori che per parti di fondovalle vallive possano risentire della circolazione di acque nei corso di acqua superficiali esistenti, quali il Rio di Valico, presentando quindi infiltrazioni e presenza di acque anche nei primi metri di sottosuolo, ove permeabili e rosei saturi, in diretto contatto con le acque di flusso in alveo.

Facendo riferimento alla carta Idrogeologica e del reticolo minore della Variante al R.U., l'area di intervento è collocata all'esterno delle zone di protezione e rispetto dei punti di approvvigionamento idropotabile pubblico mediante pozzi esistenti nella parte occidentale della zona delle Cerbaie, rimanendo invece compresa sul limite settentrionale dell'*area di ricarica degli acquiferi*, così come identificate dal Piano di Bacino Bilancio Idrico dell'Autorità di Bacino del F. Arno.

Secondo le NTA del suddetto Piano, l'articolo da rispettare per la utilizzazione dell'area di P.R. è il n. 13 che rende compatibile realizzare quanto previsto dal P.R. nei confronti del rispetto della risorsa idrica di sottosuolo.



La vulnerabilità idrogeologica ai sensi dell'art. 20 del P.T.C. (vedi carta della variante al R.U. in Appendice) identifica diffusamente le classi di pericolosità **3a e 3b a vulnerabilità media**, salvo il cartografare in pericolosità elevata (classe 4) un tracciato idrografico che attraversa la zona di P.R.; anche in questo caso valgono le stesse considerazioni precedentemente espresse e relative all'inesistenza di un corso di acqua o di un alveo a cielo aperto di significativa rilevanza sia in dimensioni che in flussi di scolo delle acque piovane, per il tratto indicato a vulnerabilità elevata e quindi l'assenza nel concreto di tale condizione di rischio.

#### **4 – CARATTERIZZAZIONE DI PERICOLOSITA' DEL SITO da Variante al R.U.**

Le documentazioni cartografiche della Variante al R.U., in cui sono state redatte specifiche cartografie di pericolosità in ottemperanza ai disposti delle “Direttive per le indagini geologiche” Allegato A al D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 “regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R.T. 3/1/2005 n. 1 in materia di indagini geologiche” identificano le seguenti condizioni:

- pericolosità geomorfologica: vengono identificate due diverse situazioni di pericolosità costituite da: classe di **pericolosità geomorfologica media (G.2)** ove gli elementi geomorfologici litologici e giacaturali permettono una valutazione di bassa propensione al dissesto, mentre al tracciato di una fossa poderale e scolina campestre indicata dalle carte di RU “corso di acqua”, viene attribuita la classe di **pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4)** per le strette pertinenze del tracciato che attraversa la zona di P.R., fossa di cui è stato trattato in precedenza per il declassamento a mera scolina campestre di nessuna rilevanza in termini di pericolosità, bensì facente parte del reticolo di scolo delle aree.
- pericolosità idraulica: La carta di pericolosità idraulica della Variante generale al RU, classifica parte delle aree di P.R. a pericolosità idraulica elevata (I.3) definita su basi morfologiche e notizie storiche, oltre ad una zona indicata a pericolosità dedotta da PAI in P.I.3 (condizione decaduta con l'introduzione del PGRA del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale nel gennaio 2016); in ogni caso in assenza di verifiche idrauliche specifiche.
- pericolosità sismica: lo studio di MOPS in sede di Variante a RU e la conseguente definizione della pericolosità sismica non è stato condotto sulla zona entro cui ricade il P.R. esaminato in questa sede.

Per quanto riguarda la **FATTIBILITA'** la carta della fattibilità della Variante al R.U. non comprende la zona in cui si colloca la previsione di P.R. rimandando alla utilizzazione degli abachi allegati alle NTA la definizione della fattibilità.

## **5 - PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' del P.R. a seguito degli approfondimenti (ai sensi della D.G.R.T. 53/R/2011)**

Sulla scorta degli approfondimenti sismici, geognostici ed idraulici che sono stati effettuati direttamente o tramite lo studio idraulico dell'Ing. Bessi, si sono identificate le condizioni di pericolosità e fattibilità dell'operazione di P.R., elaborando le specifiche CARTE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, SISMICA ED IDRAULICA in scala 1:5.000, da cui emerge quanto segue:

PERICOLOSITA' GEOLOGICA: l'intero territorio di P.R. risulta in condizioni di **pericolosità geomorfologica media (G.2)** ove gli elementi geomorfologici litologici e giacitureali permettono una valutazione di bassa propensione al dissesto; la fattibilità risulta con normali vincoli, riferita alla necessità di eseguire le indagini geognostiche e geotecnica ai sensi delle NTC sismiche e della DGRT 36/R/2009 di supporto alla progettazione degli interventi edilizi; le prove effettuate valutano positivamente la scelta di collocare i fabbricati sulla parte ovest del terreno indagato, di migliori caratteristiche di sottosuolo rispetto alla parte NE del P.R.

PERICOLOSITA' SISMICA: l'intero territorio di P.R. risulta in condizioni di **pericolosità sismica media (S.2)** in quanto *area stabile suscettibile di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S.3) ovvero non caratterizzati da forti contrasti di impedenza sismica, generalmente in classi B e C di suolo, depositi alluvionali della pianura e depositi fluvio-lacustri*; la fattibilità risulta con normali vincoli, riferita alla necessità di eseguire le necessarie indagini geofisiche ai sensi delle NTC sismiche e della DGRT 36/R/2009 di supporto alla progettazione degli interventi edilizi; la prova MASW eseguita in questa sede ha fornito un risultato di classe di suolo "B" e conferma la attribuzione della classe di pericolosità media al sito.

PERICOLOSITA' IDRAULICA: il territorio di P.R. è suddiviso in due distinti comparti di cui quello a settentrione di bassa pianura e limitrofo al corso di acqua è caratterizzato da condizioni di **pericolosità idraulica molto elevata (I.4)** per la quale valgono i condizionamenti contenuti nella LRT 21/2012 che, per interventi sul patrimonio edilizio esistente richiedono la sua messa in sicurezza idraulica rispetto alle piene duecentennali e la connessa valutazione di non aggravio delle condizioni di rischio sulle aree limitrofe.

In tal senso le verifiche ed analisi idrauliche effettuate dallo studio condotto dall'Ing. Bessi concludono:

*Al fine di mettere in sicurezza dagli allagamenti con tempo di ritorno duecentennale le aree in cui sono previsti i nuovi edifici, si prevede di attuare un riempimento di terreno che vada a rialzare il piano di campagna, su un'area di circa un migliaio di metri quadrati, di un valore compreso tra 0 e 70 cm,*

superando così la quota del pelo libero prevista per la piena duecentennale con un franco di sicurezza di almeno 20 cm. La porzione di territorio che si prevede interessata dal rialzamento è rappresentata nella seguente figura. Come si vede, è prevista anche una piccola scarpata di raccordo con il profilo del terreno attuale. Affinché la soluzione proposta sia accettabile, è necessario che i riempimenti previsti, con i piccoli restringimenti d'alveo che comportano, non vadano ad alterare i livelli liquidi massimi attesi per la piena trentennale e duecentennale provocandone un rialzamento, poiché ciò comporterebbe un potenziale aggravio di pericolosità idraulica per le aree circostanti.

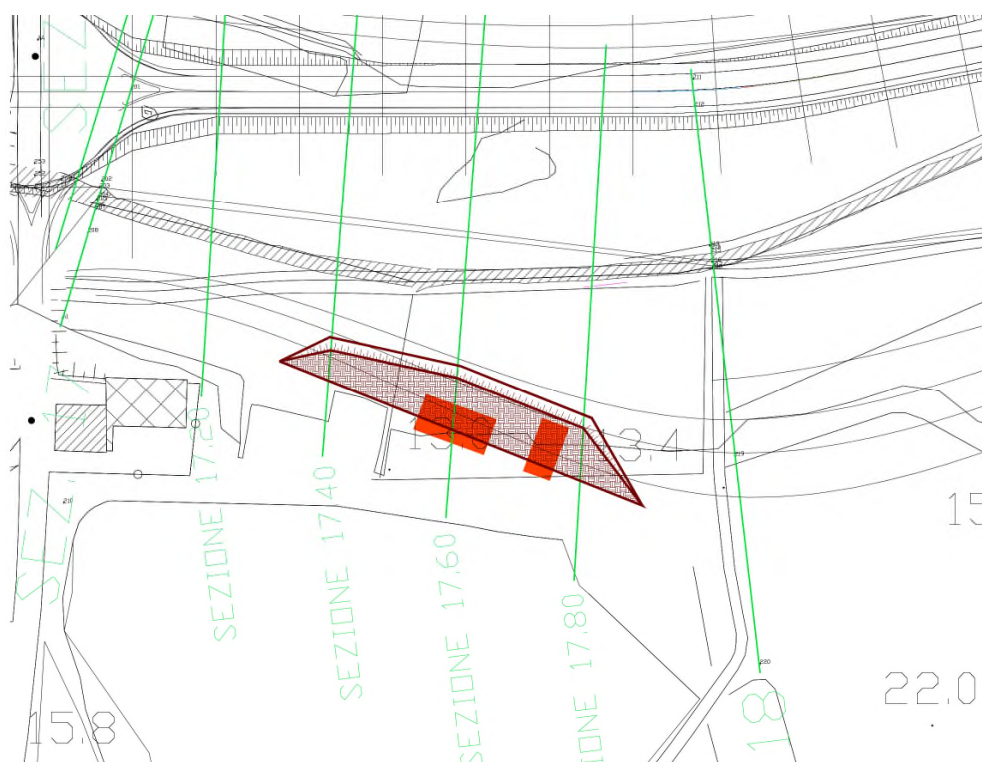


Figura 8 – Planimetria della zona di studio con colorate in marrone le aree di territorio soggette a riempimento per il rialzamento del piano di campagna utile alla messa in sicurezza dagli allagamenti

### **Modellazione idraulica allo stato di progetto**

Per simulare le condizioni previste allo stato di progetto, sono state modificate le sezioni 17.40, 17.60 e 17.80 applicandovi il rialzamento del terreno. Le simulazioni sono state effettuate anche in questo caso a moto permanente, inserendo gli stessi valori massimi di portata, le stesse condizioni al contorno e lo stesso coefficiente di scabrezza. L'analisi a moto permanente ha fornito come risultato i profili liquidi longitudinali rappresentati in figura 9.

Dall'osservazione dei profili longitudinali e dei livelli liquidi nelle varie sezioni, è stato possibile individuare l'estensione delle aree allagabili sulla campagna per i tempi di ritorno considerati, rappresentate in figura 10.

*Si può evincere che i fabbricati in progetto adesso non sono più interessati dagli allagamenti.*

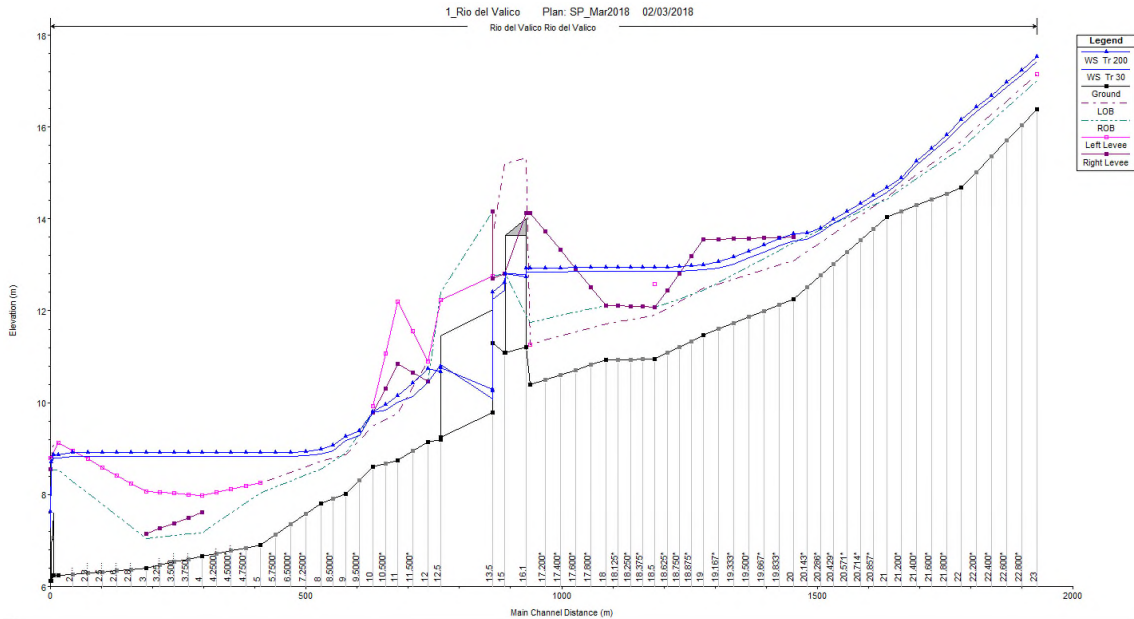


Figura 9 – Profili liquidi longitudinali del Rio Valico allo stato di progetto per  $Tr=30$  e  $Tr=200$  anni

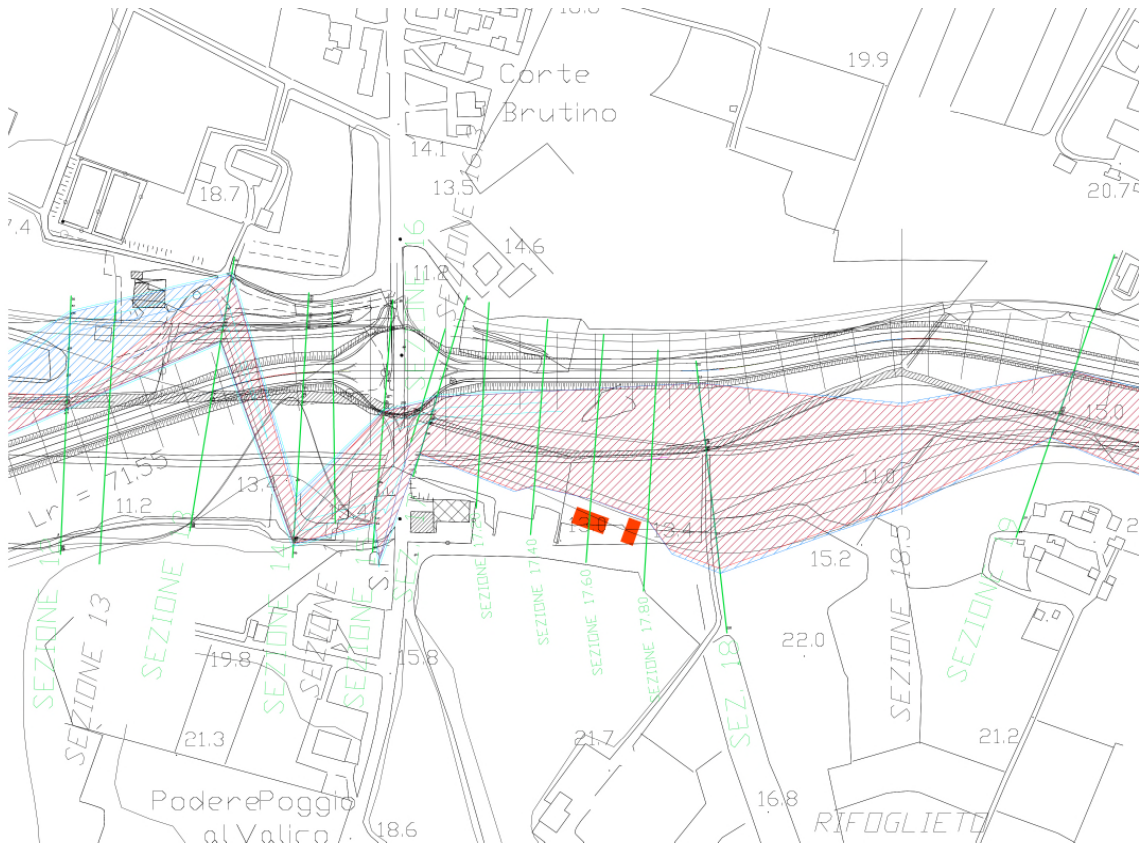


Figura 10 – Aree allagabili per esondazioni del Rio Valico allo stato di progetto per  $Tr=30$  anni (colorate in rosso) e  $Tr=200$  anni (colorate in blu); i fabbricati in esame sono colorati in arancio

*I risultati di dettaglio della modellazione idraulica allo stato di progetto, sono riportati in allegato alla presente relazione e dall'analisi degli stessi è possibile verificare che i rialzamenti di terreno applicati non*

*hanno determinato variazioni dei livelli liquidi massimi attesi in alveo per le piene trentennale e duecentennale, evitando quindi qualsiasi aggravio di pericolosità per le aree circostanti.*

### **Conclusioni**

*I risultati delle modellazioni idrauliche effettuate sull'area di proprietà della Sig.ra Mara Seghetti, sulla base di un rilievo topografico di dettaglio dell'alveo del Rio Valico e della campagna ad esso adiacente, hanno chiarito quali aree siano effettivamente allagabili in corrispondenza delle piene trentennale e duecentennale ed è emerso che la zona di posizionamento dei nuovi fabbricati in oggetto è interessata dagli allagamenti secondo le modellazioni effettuate, con battenti idraulici massimi compresi tra i 20 e i 50 cm.*

*Per mettere i nuovi fabbricati al sicuro dal punto di vista idraulico, con un franco di sicurezza di almeno 20 cm per quanto concerne l'evento più gravoso, cioè quello con tempo di ritorno 200 anni, si è scelto di prevedere un rialzamento del piano di campagna nell'area, di entità compresa tra 0 e 70 cm.*

*I risultati delle modellazioni idrauliche allo stato di progetto hanno mostrato che i riempimenti previsti, oltre a mettere in sicurezza le aree di inserimento dei nuovi fabbricati dagli allagamenti, **non comportano alcun innalzamento dei livelli liquidi massimi nell'alveo del Rio Valico**, che rimangono gli stessi di quelli previsti allo stato attuale.*

*Tale assenza di variazioni al regime idraulico del corso d'acqua in esame certifica che gli interventi di riprofilamento del terreno attuati non sono causa di aggravio di pericolosità idraulica per alcuna porzione di territorio potenzialmente interessata.*

*Secondo quanto espresso sopra, si certifica la fattibilità degli interventi, condizionata al rialzamento del piano di campagna prescritto, ai sensi della pericolosità idraulica e delle prescrizioni di carattere urbanistico vigenti, nell'area libera sopra citata.*

Per quanto concerne la salvaguardia assoluta della fascia di 10 ml a partire dal piede arginale del corso di acqua del Rio di Valico (LRT 21/2012), questa risulta rispettata appieno dalla collocazione dei fabbricati e dei movimenti di terra previsti per scopi idraulici come sopra descritto.

Ai terreni meridionali risultati in sicurezza idraulica per eventi con  $Tr > 200$  anni, è stata attribuita la condizione di **pericolosità idraulica media (I.2)** che determina la attribuzione di fattibilità con normali vincoli, nel caso specifico riferiti alla collocazione del piano calpestio dei fabbricati rialzati rispetto al piano campagna attuale (per avere un franco di sicurezza rispetto al battente limitrofo della vicina area alluvionabile come sopra dettagliato) ed il rispetto della *norma 13* del DPCM 5/11/1999 sulla variazione della impermeabilizzazione dei suoli, in tal caso tenendo conto anche della demolizione dei fabbricati sulla parte SE del P.R.

## **6 - CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DI FATTIBILITA' GEOGNOSTICO-GEOTECNICA DEL TERRENO DI INTERVENTO**

### **6.1 - Indagini geognostiche**

Così come evidenziato nella **Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche** in scala 1:2.000 in Appendice, la caratterizzazione dell'area di intervento è costituita da n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti D.P.S.H. e n. 3 prove penetrometriche statiche C.,P.T. che hanno permesso la caratterizzazione del sottosuolo sino a profondità di 7.5 m dal p.c.

Per la esecuzione delle prove penetrometriche l'attrezzatura utilizzata è un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-200 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT.

Per la **prova penetrometrica statica C.P.T.** le caratteristiche del mezzo consentono 20 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

- *Resistenza alla punta*                      **Qc**
- *Resistenza laterale*                        **fs**

Dai dati ricavati è così possibile ottenere una ricostruzione delle caratteristiche di resistenza meccanica del terreno e, tramite il rapporto *Begemann* ( $Qc/fs$ ), risalire al tipo litologico e ad alcune caratteristiche geotecniche interpretate dai valori di resistenza alla penetrazione, valori che assumono significatività in ambiti di sedimenti fini quali quelli prevalentemente presenti nel sottosuolo indagato.

La **prova penetrometrica dinamica continua superpesante DPSH-ISSMFE** consiste nella infissione, mediante una massa battente, di una batteria di aste munita all'estremità di una punta conica e nella registrazione del numero di colpi ( $N_{20}$ ) necessari all'approfondimento di tratti consecutivi di 20 cm della prova..

Le caratteristiche tecniche dell'attrezzatura utilizzata sono le seguenti:

- peso del maglio    63,5 Kg
- altezza di caduta    75 cm
- diametro della punta conica                              5,05 cm
- angolo al vertice della punta conica                      90°

I risultati delle prove effettuate hanno consentito di elaborare i grafici del numero di colpi ( $N_{20}$ ) registrati durante la infissione della punta e di ricavare da essi il corrispondente valore di  $N_{30}$  da utilizzare poi nella caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo secondo abachi e formule esistenti in letteratura, mediante la seguente relazione:

$$N_{30} = 1,5 N_{20}$$

I risultati delle indagini effettuate sono allegati in Appendice

## 6.2 - Stratigrafia

Sulla base dei dati derivanti dalla campagna di indagini geognostiche effettuata si sono distinti i seguenti orizzonti litologici a cui fa riferimento la **Sezione stratigrafica e geotecnica A-A'** in scala verticale 1:100 allegata in appendice:

➤ **LIVELLO I:**

**terreno agrario e riaddensato superficiale:** comprende anche i primi 40-50 di terreno superficiale agrario o rimaneggiato, ha complessivamente uno spessore di 80-100 cm ed è caratterizzato da valori di resistenza alla penetrazione CPT di  $Q_c = 30-50$  kg/cmq

➤ **LIVELLO IIa:**

**limo argilloso poco consistente:** è presente nella parte NE del terreno, in corrispondenza delle prove Ps2 e Pd2, dove è stato rilevato sino a 2.0-2.5 m dal p.c. ed è caratterizzato da sedimenti argilloso limosi saturi compressibili e di scarsa consistenza con  $Q_c = 1-4$  kg/cmq.

➤ **LIVELLO IIb:**

**limo argilloso sabbioso di mediocre consistenza:** è stato rilevato in eteropia laterale con il precedentemente descritto livello IIa, nelle prove Ps1 e Ps3 sino alla profondità di 2.5 m dal p.c., è caratterizzato da sedimenti di mediocre consistenza con valori di  $Q_c = 5-8$  kg/cmq.

➤ **LIVELLO III:**

**argille sabbiose di media consistenza con lenti di ghiaia compatta:** caratterizzate da materiali misti in cui la matrice risulta di media consistenza con valori di  $Q_c = 15-30$  kg/cmq e i livelli granulari inglobati di ghiaia sono caratterizzati da elevato stato di addensamento con  $Q_c > 150$  kg/cmq e sino al rifiuto; costituisce un livello tra 2.5 e 4.0 m dal p.c., ove rilevato in

profondità dato che alcune prove hanno raggiunto il rifiuto prima, in cui i valori di penetrazione dinamica per la frazione di matrice valgono  $N_{SPT} = 4-9$  colpi/30cm.

➤ **LIVELLO IV:**

**sabbie argillose con ghiaia associata consistenti:** caratterizzate da materiali misti in cui la matrice risulta di buona consistenza con valori di  $Q_c = 40-60$  kg/cmq e i livelli granulari inglobati di ghiaia sono addensati con  $Q_c = 80-130$  kg/cmq; costituisce un livello oltre la profondità di 4 m dal p.c., in cui i valori di penetrazione dinamica valgono  $N_{SPT} = 9-15$  colpi/30cm.

## 7 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In questa sede si è effettuata una indagine geofisica effettuata sull'area di pianura del P.R., costituita da una indagine sismica *MASW*.

### PROSPEZIONE SISMICA CON METODOLOGIA MASW

L'indagine MASW è stata effettuata per la caratterizzazione della velocità delle onde Sh dei terreni presenti, per determinare il parametro VS30, necessario al fine della classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto, come richiesto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/2008).

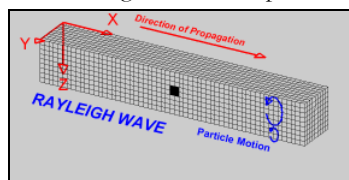
L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali.

E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico-geotecnico.

### GENERALITÀ SUL METODO MASW

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in Onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

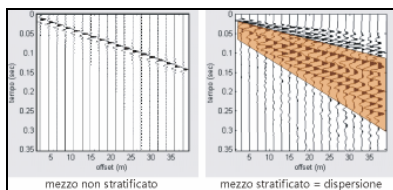


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di  $\lambda/2\pi$ . L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r, e non con r come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di  $\lambda/2$  circa.





Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la  $V_s$  è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione.

Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità, e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz).

La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona  $\Delta_{max}$ , e quindi la profondità di indagine; anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine, mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la determinazione di uno spettro di velocità, con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità.

La procedura di inversione utilizzata dal software winMASW è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

#### ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine in oggetto si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO 12-24/2002 Sismic Unit", avente le seguenti caratteristiche:

<ul style="list-style-type: none"> <li>. numero di canali: 24</li> <li>. sampler interval: 0,296 msec</li> <li>. A/D conversion: 16 bit</li> <li>. input impedance: 1KOhm</li> <li>. Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)</li> <li>. saturation tension: +/- 2,3 V</li> <li>. saturation level: 100 dB</li> <li>. distorsion: 0,01%</li> <li>. sampler:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. sampling: 130 microsec</li> <li>. filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz</li> <li>. digital filter low pass: 1000-50</li> <li>. digital filter high pass: 0-250</li> <li>. frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz</li> <li>. dynamic range: 93 dB</li> <li>. noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB</li> <li>. crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB</li> <li>. power: 12 V.</li> </ul>
--	--

25 msec (191 punti)	
50 msec (383 punti)	
100 msec (756 punti)	
200 msec (1530 punti)	
400 msec (3060 punti)	
1000 msec (7560 punti)	

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24” vers. 7.00. L’attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spazati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni “Geospace” a 4,5 Hz, cannoncino per cartucce industriali, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, geofono starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW in oggetto ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2,0 m
- n. shots: sono state effettuate 2 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 7 e 10 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è assimilabile ad orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono non significativi.

#### INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione/inversione è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo “shot” posto a offset di 7 m dalla linea geofonica.

Per l’interpretazione dei dati è stato impiegato il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l’inversione delle curve di dispersione ottenute, effettuata con algoritmi “genetici”. Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY prodotti dalla strumentazione Ambrogeo secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione ci si è basati anche sul contesto geolitologico locale.

I diagrammi ed il report relativi al procedimento di elaborazione ed inversione sono allegati alla presente relazione.

Secondo il MODELLO MEDIO sono stati individuati i seguenti 6 strati a differente velocità Vsh:

strato	1	2	3	4	5	6
VSh (m/sec)	312	320	381	443	464	569
spessore (m)	4,9	4,3	4,9	4,3	5,7	

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine (da p.campagna) si ha :

- VS<sub>30</sub> del modello medio: **400** m/sec

Il parametro VS<sub>30</sub> viene calcolato utilizzando una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m di profondità mediante la seguente espressione:

$$\frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha una “Vs30” intorno a **400 m/s** a cui corrisponde a una possibile *categoria di suolo di fondazione* “**B**”.

## **8. - VALUTAZIONE DELLA FATTIBILITA' DEL P.R.**

Le indagini di approfondimento eseguite in questa sede hanno permesso di valutare la compatibilità della prevista operazione edilizia di Piano di Recupero con le caratteristiche dell'area così come riscontrata dalla pericolosità geologica, idraulica e sismica della Variante al R.U. e delle risultanze delle indagini geognostiche e sismiche di fattibilità effettuate sull'area e delle verifiche idrauliche condotte dall'Ing. Bessi per la definizione delle condizioni di alluvionabilità dell'area di pianura compresa all'interno del P.R..

Relativamente alla pericolosità geologica l'intero territorio di P.R. risulta in condizioni di **pericolosità geomorfologica media (G.2)** e le prove effettuate valutano positivamente la scelta di collocare i fabbricati sulla parte ovest del terreno indagato, di migliori caratteristiche di sottosuolo rispetto alla parte NE del P.R.

In particolare risulta che l'area è caratterizzata da un sottosuolo stratigraficamente e geotecnicamente capace di poter essere utilizzato per imposta di strutture edilizie con tipologie e tecniche fondazionali standard, per terreni caratterizzati da depositi alluvionali recenti posti al di sopra di terreni addensati.

La attribuzione della classe di pericolosità G.4 nelle carte di RU non trova riscontro nella realtà attuale del sito in quanto all'interno dell'area non si rileva alcun corso d'acqua bensì normali scoline campestri e fossette laterali alle strade poderali esistenti.

Riguardo alla pericolosità sismica, l'intero territorio di P.R. risulta in condizioni di **pericolosità sismica media (S.2)** in quanto *area stabile suscettibile di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe S.3) ovvero non caratterizzati da forti contrasti di impedenza sismica, generalmente in classi B e C di suolo, depositi alluvionali della pianura e depositi fluvio-lacustri*; la prova MASW eseguita in questa sede ha fornito un risultato di classe di suolo "B" e conferma la attribuzione della classe di pericolosità media al sito, non individuando condizioni speciali da applicare in termini di ulteriori indagini o specifiche verifiche in senso sismico per la utilizzabilità edificatoria del terreno di imposta dei fabbricati.

Relativamente alla pericolosità idraulica, il territorio di P.R. è suddiviso in due distinti comparti di cui quello a settentrione è caratterizzato da condizioni di **pericolosità idraulica molto elevata (I.4)**, mentre i terreni a meridione sono risultati in sicurezza idraulica per eventi con  $Tr > 200$  anni, con conseguente condizione di **pericolosità idraulica media (I.2)**.

Le verifiche ed analisi idrauliche effettuate dallo studio condotto dall'Ing. Bessi concludono che: *..... al fine di mettere in sicurezza dagli allagamenti con tempo di ritorno duecentennale le aree in cui sono previsti i nuovi edifici, si prevede di attuare un riempimento di terreno che vada a rialzare il piano di campagna, su un'area di circa un migliaio di metri quadrati, di un valore compreso tra 0 e 70 cm, superando così la quota del pelo libero prevista per la piena duecentennale con un franco di sicurezza di almeno 20 cm.*

Dall'analisi condotta sullo stato di alluvionabilità dei terreni ad avvenuta realizzazione di quanto proposto, nella Relazione Idraulica di sintesi prodotta dall'Ing. Bessi si legge che:

*..... i rialzamenti di terreno applicati non hanno determinato variazioni dei livelli liquidi massimi attesi in alveo per le piene trentennale e duecentennale, evitando quindi qualsiasi aggravio di pericolosità per le aree circostanti.*

*I risultati delle modellazioni idrauliche effettuate sull'area di proprietà della Sig.ra Mara Seghetti, sulla base di un rilievo topografico di dettaglio dell'alveo del Rio Valico e della campagna ad esso adiacente, hanno chiarito quali aree siano effettivamente allagabili in corrispondenza delle piene trentennale e duecentennale ed è emerso che la zona di posizionamento dei nuovi fabbricati in oggetto è interessata dagli allagamenti secondo le modellazioni effettuate, con battenti idraulici massimi compresi tra i 20 e i 50 cm.*

*Per mettere i nuovi fabbricati al sicuro dal punto di vista idraulico, con un franco di sicurezza di almeno 20 cm per quanto concerne l'evento più gravoso, cioè quello con tempo di ritorno 200 anni, si è scelto di prevedere un rialzamento del piano di campagna nell'area, di entità compresa tra 0 e 70 cm.*

*I risultati delle modellazioni idrauliche allo stato di progetto hanno mostrato che i riempimenti previsti, oltre a mettere in sicurezza le aree di inserimento dei nuovi fabbricati dagli allagamenti, non comportano alcun innalzamento dei livelli liquidi massimi nell'alveo del Rio Valico, che rimangono gli stessi di quelli previsti allo stato attuale.*

*Tale assenza di variazioni al regime idraulico del corso d'acqua in esame certifica che gli interventi di riprofilamento del terreno attuati non sono causa di aggravii di pericolosità idraulica per alcuna porzione di territorio potenzialmente interessata.*

*Secondo quanto espresso sopra, si certifica la fattibilità degli interventi, condizionata al rialzamento del piano di campagna prescritto, ai sensi della pericolosità idraulica e delle prescrizioni di carattere urbanistico vigenti, nell'area libera sopra citata.*

Per quanto concerne la salvaguardia assoluta della fascia di 10 ml a partire dal piede arginale del corso di acqua del Rio di Valico (LRT 21/2012), questa risulta rispettata appieno dalla collocazione dei fabbricati e dei movimenti di terra previsti per scopi idraulici come sopra descritto.

Trattandosi di intervento che riguarda il patrimonio edilizio esistente ed alla luce delle considerazioni ed accertamenti di tipo idraulico prodotti dall'Ing. Bessi, la realizzazione del P.R. di ristrutturazione edilizia è compatibile con le norme specifiche in tal senso contenute nella LRT 12/2012 per operazioni all'interno di aree a pericolosità molto elevata.

La collocazione dei fabbricati di nuova realizzazione risulta compatibile anche in rapporto al PGRA vigente.

Riguardo al rapporto tra la utilizzazione dell'area e la vulnerabilità della falda di sottosuolo, fermo restando che si ritiene possibile effettuare quanto previsto nel P.R., in sede di indagine di supporto agli eventuale interventi di smaltimento di reflui, scarichi, ecc. che dovessero essere previsti, dovrà essere effettuata una analisi di dettaglio sulle condizioni idrogeologiche e sulla positiva compatibilità tra le opere previste ed i criteri di salvaguardia della risorsa sotterranea.

## **9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

E' stata eseguita una indagine geologica e geognostico – sismica di approfondimento ed a supporto del Piano di Recupero per ristrutturazione edilizia e riqualificazione con spostamento di volumi in via del Valico – via Dori in loc. Orentano.

In base agli approfondimenti sismici e geognostici eseguiti in questa sede, si è potuto accertare la positiva compatibilità tra il Piano di Recupero e le caratteristiche del territorio su cui insiste.

Permane la **necessità che la campagna geognostica da eseguire in sede di progettazione esecutiva degli interventi (NTC sismiche - DPGRT 36/R/2009) consenta la specifica caratterizzazione stratigrafico-geotecnica e sismica del sottosuolo delle opere edilizie previste,**

**e che si effettuino le necessarie analisi di tipo idrogeologico a sostegno della compatibilità delle eventuali operazioni di smaltimento, scarichi, ecc. nei confronti della vulnerabilità della risorsa idrica di sottosuolo.**

Le verifiche idrauliche eseguite dall'Ing. Bessi hanno accertato la presenza di una parte di terreno di P.R. scervo dal rischio idraulico ed invece una parte di esso a pericolosità molto elevata, in parte interessato dalle realizzazioni previste e per il quale sono state dettate condizioni per rendere possibile la utilizzazione in sicurezza di tali porzioni di territorio, senza determinare aggravio alle aree limitrofe.

**Il suddetto P.R. come articolato nella collocazione dei fabbricati di nuova edificazione, e nel rispetto delle prescrizioni contenute nella relazione idraulica dell'Ing. Bessi riportate in stralci nei capitoli di analisi del rischio idraulico e di valutazione della fattibilità dell'operazione urbanistica, risulta fattibile e compatibile con il territorio di imposta, rimandando alle sedi successive quanto necessario per i dimensionamenti ed accertamenti esecutivi geognostico – geotecnici delle opere edili oreviste.**

Altopascio, 12/03/2018

Geol. Andrea CARMIGNANI



TAVOLE:

-PLANIMETRIA GENERALE ( scala 1:10.000 )

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DELLA VARIANTE AL R.U.

Carta Geologica e geomorfologica

Carta Litotecnica e dei dati di base

Carta idrogeologica e del reticolo minore

Carta della vulnerabilità idrogeologica ai sensi dell'art. 20 del PTC

Misure di Piano di bacino del F. Arno – Bilancio idrico -

Carta della pericolosità geologica

Carta della pericolosità idraulica

DISTRETTO IDROGRAFICO APP.NO SETTENTRIONALE – P.G.R.A. – carta della pericolosità idraulica

CARATTERIZZAZIONE TOPOGRAFICA DA LIDAR REGIONALE (curve di livello 10cm)

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE (scala 1 : 2.000)

SEZIONE STRATIGRAFICA (scala 1:100/1:400)

Carte della pericolosità geologica, sismica ed idraulica riferite al P.R. e relative condizioni di fattibilità (D.G.R.T.

53/R/2011) (scala 1 : 5.000)

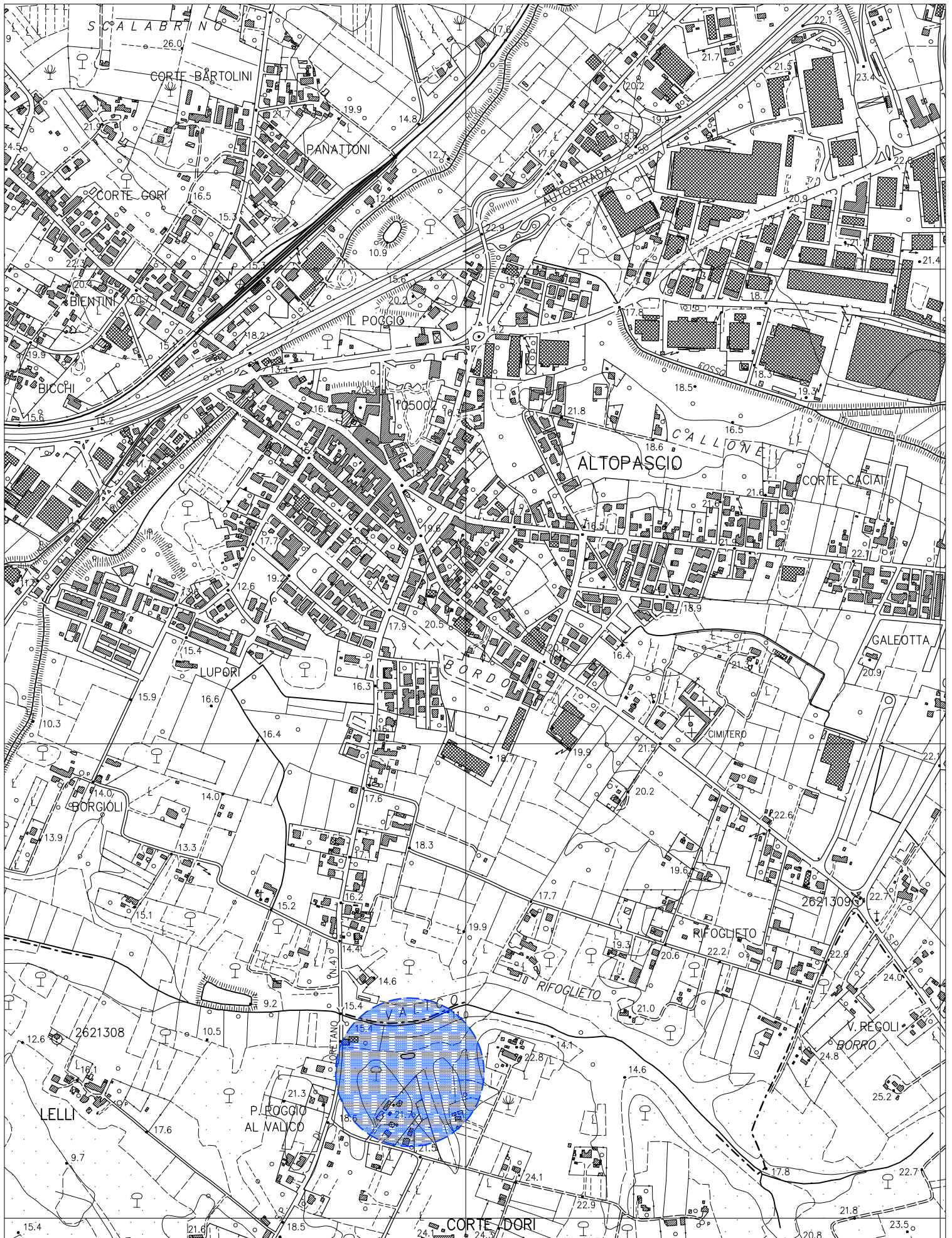
ALLEGATI APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI e SISMICI:

-Tabulati e grafici prove penetrometriche statiche C.P.T. e dinamiche superpesanti D.P.S.H.

- Indagine geofisica MASW

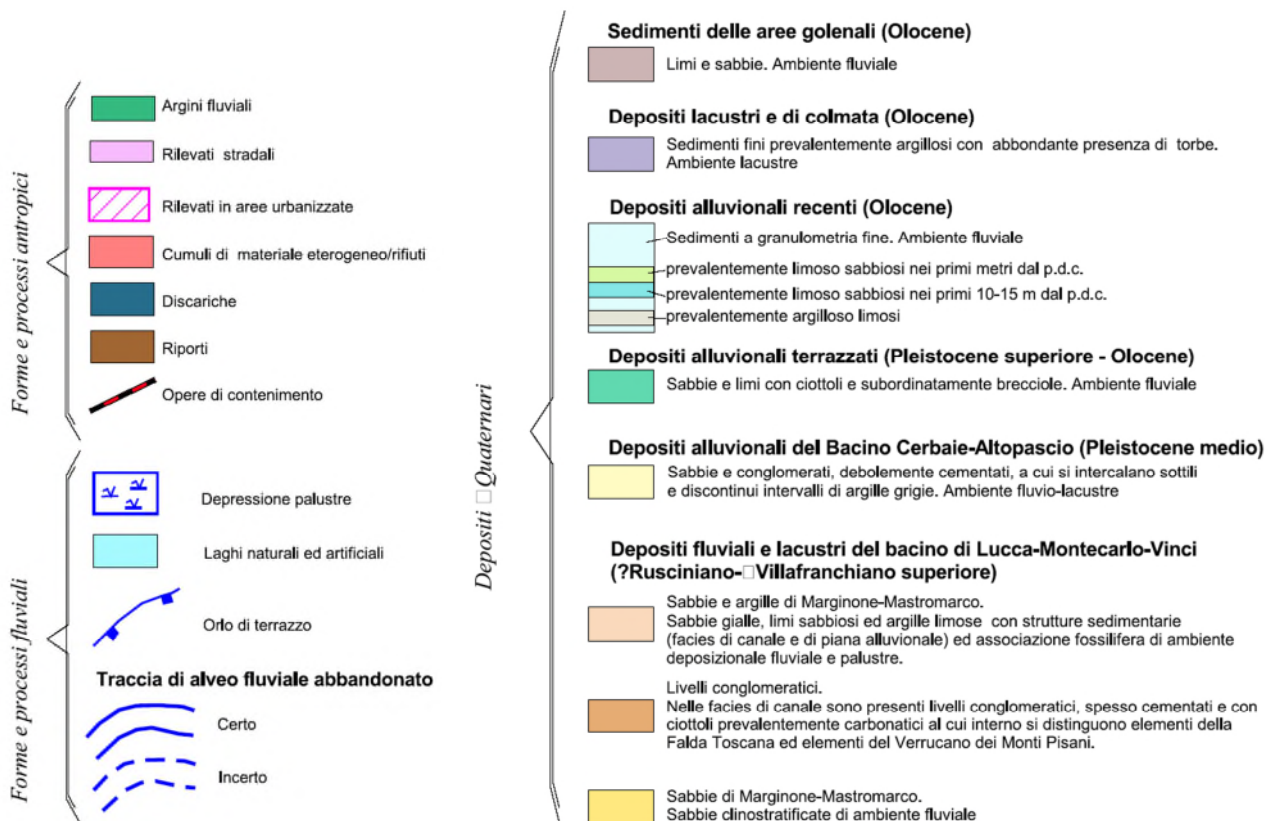
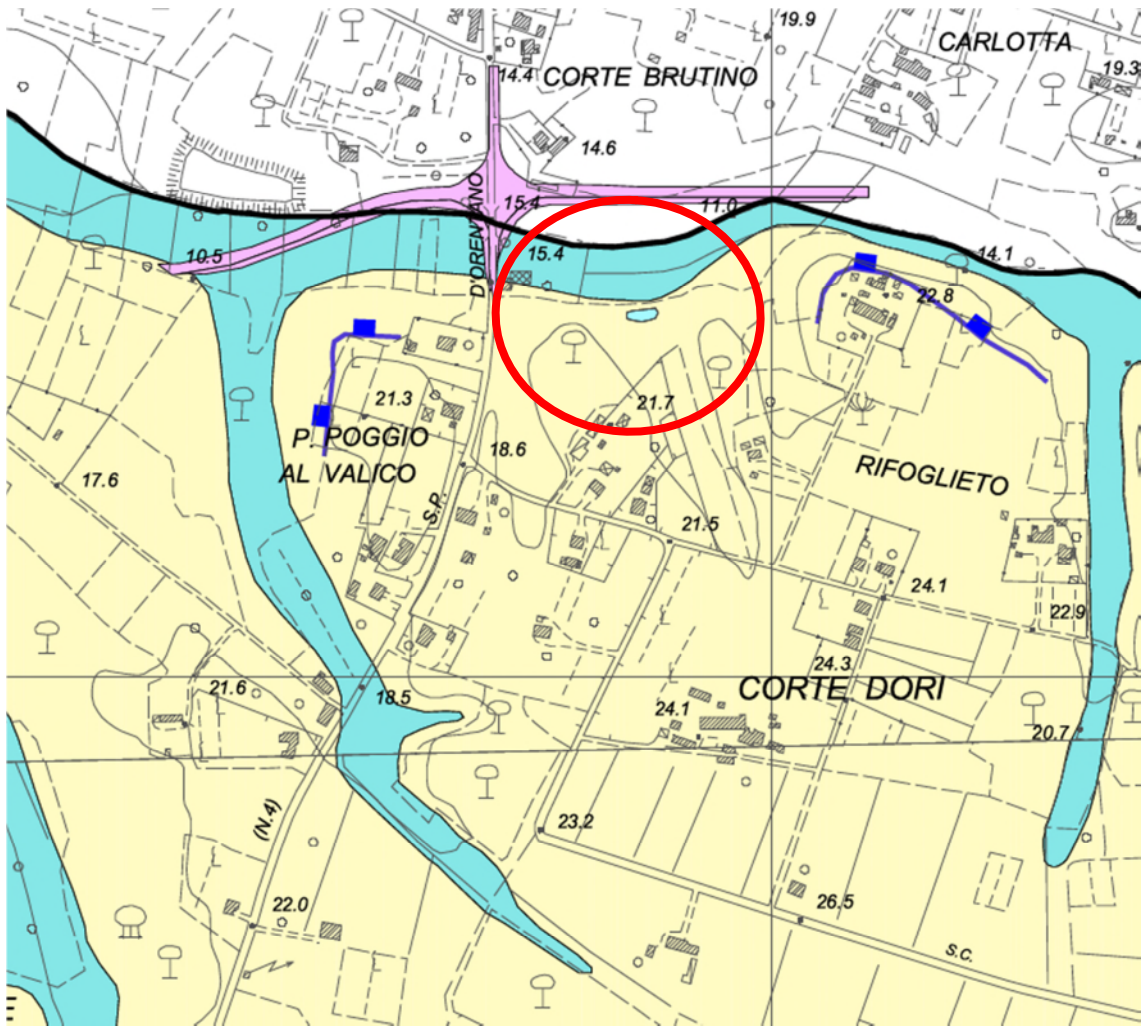
# Planimetria generale

Scala 1:10.000



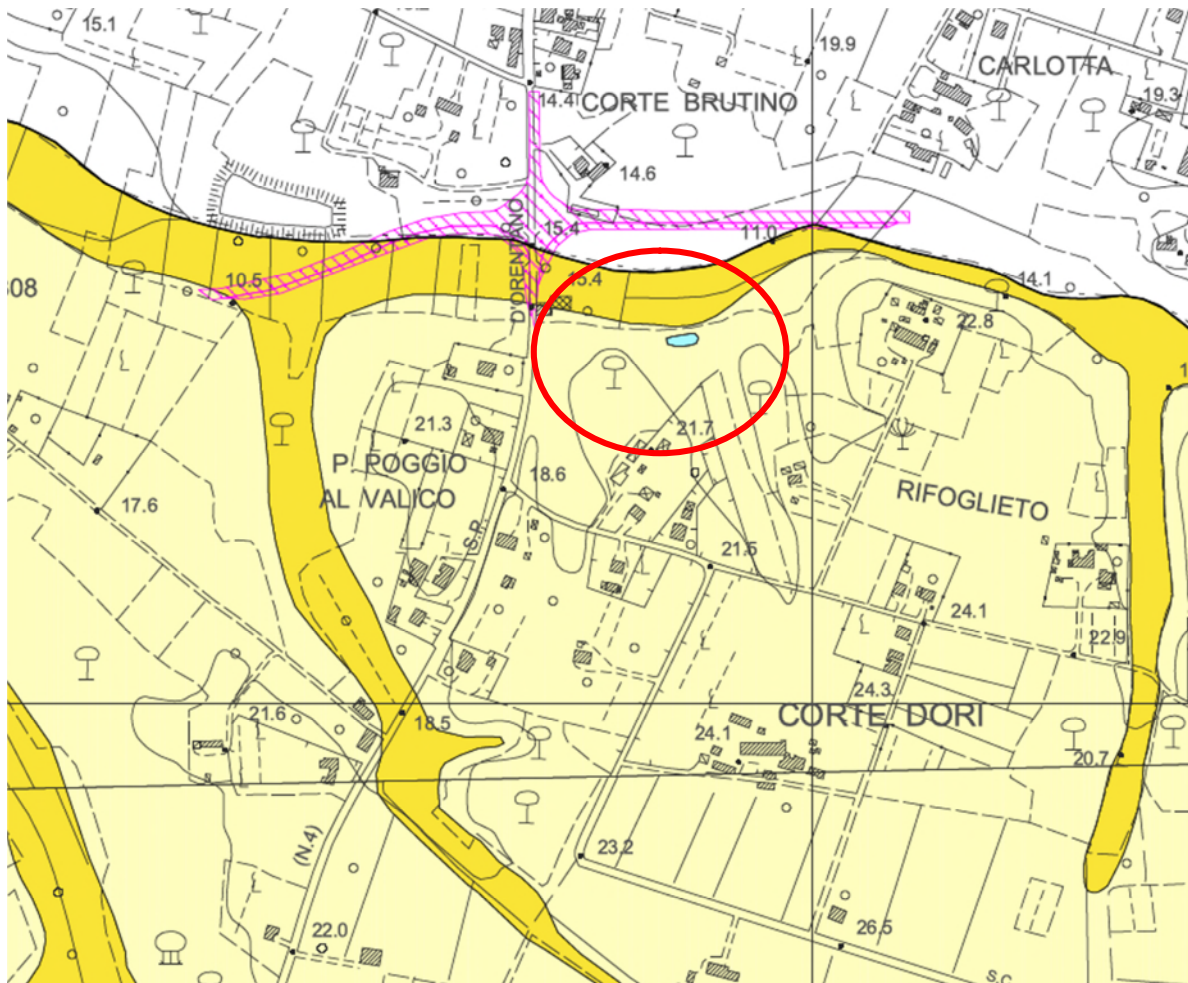


**CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**  
Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata



# CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE

Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata



## UNITA' LITOLOGICO - TECNICA E

### MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

L' U.L.T.E comprende i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione

#### **E1-E2.a1-2.t3 – Ciottoli e ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**



Sabbie e conglomerati addensati con frazione argilloso-sabbiosa e livelli argillosi. Formazione del Bacino Cerbaie-Altopascio

#### **E2-E3.a3-4.t1 – Sabbie e ghiaie poco addensate con frammenti di dimensioni maggiori**



Sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente brecciole. Depositi alluvionali terrazzati

#### **E3.a1-2.t3 – Sabbie addensate e moderatamente addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**



Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose addensate. Formazione delle sabbie e argille di Marginone-Montemarco,

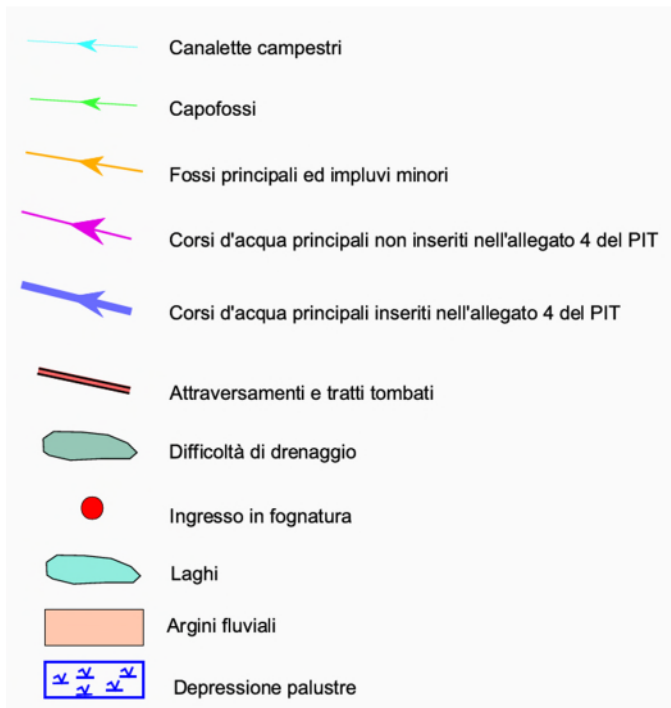
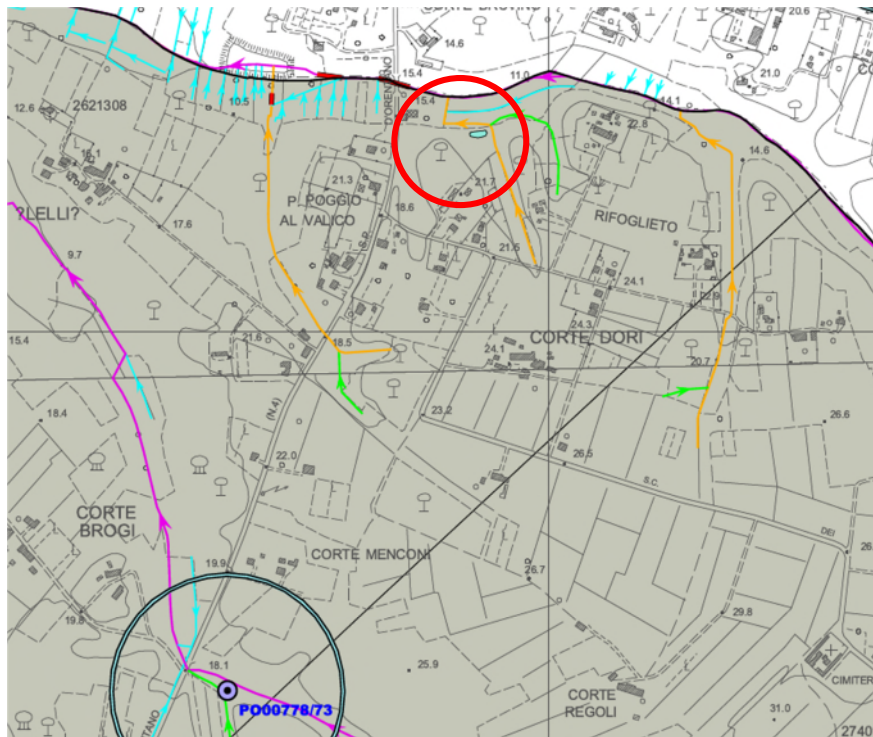
#### **E3.a3-4.t3 – sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale**



Depositi alluvionali recenti, con composizione principalmente sabbiosa

# CARTA IDROGEOLOGICA E DEL RETICOLO MINORE

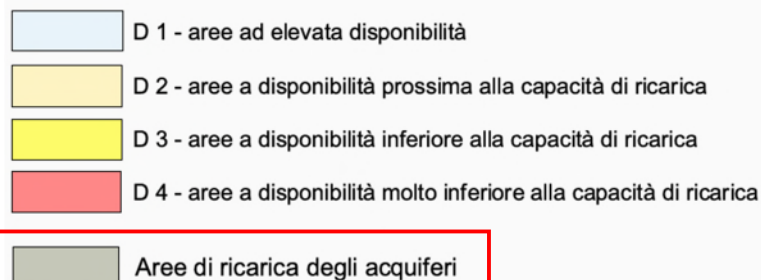
Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata



## Pozzi artesiani a stratigrafia nota (allegato5)




## PROGETTO DI PIANO DI BACINO ARNO - BILANCIO IDRICO




**VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA ai sensi dell'art. 20 PTC**  
**Stralcio tratto dalla Variante al R.U. adottata**

**CLASSE 3 - Vulnerabilità media**

**Sottoclasse 3a**


 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricade il territorio collinare lontano dai corsi d'acqua e con falda freatica sufficientemente profonda. In tali zone sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni.

**Sottoclasse 3b**


 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali le aree di fondovalle di tutti i corsi d'acqua, le aree collinari limitrofe ad essi, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi.

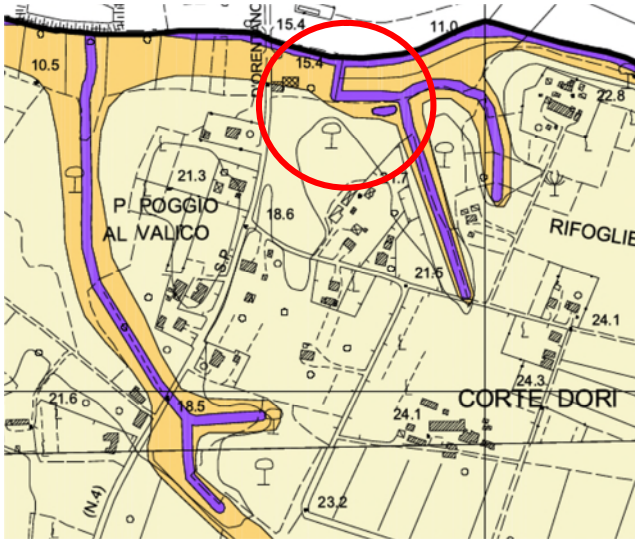
**CLASSE 4 - Vulnerabilità elevata**

**Sottoclasse 4a**


 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono la zona del Padule di Bientina, il fondovalle del Rio di Ponticelli e la fascia di territorio compresa tra il Canale Usciana, il Canale Collettore e l'antifosso di Usciana. In tali aree sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni.

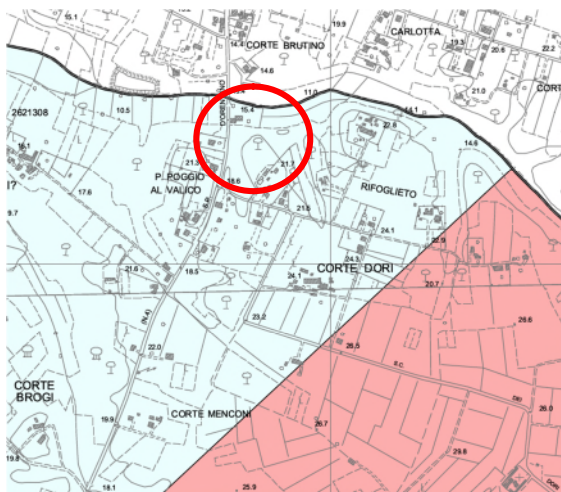
**Sottoclasse 4b**

 Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono i laghi, le zone di alveo dei corsi d'acqua, la golena del Fiume Arno e la zona palustre ubicata nella parte nord del Padule di Bientina. In tali aree la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti.



**MISURE DI PIANO AUTORITY DI BACINO DEL F. ARNO "BILANCIO IDRICO"**  
**Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata**

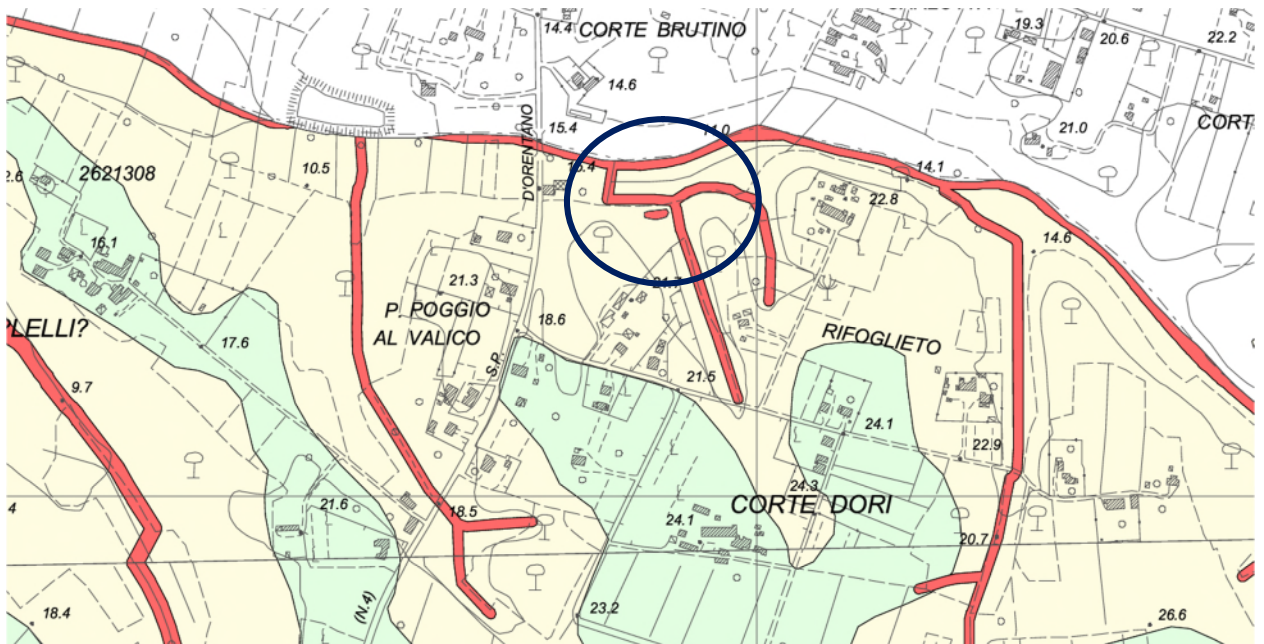
-  Art. 6, Art. 7, Art. 16
-  Art. 6, Art. 8, Art. 9, Art. 15
-  Art. 6, Art. 8, Art. 9, Art. 14, Art. 15
-  Art. 6, Art. 8, Art. 10, Art. 15
-  Art. 6, Art. 8, Art. 10, Art. 14, Art. 15
-  Art. 6, Art. 8, Art. 11
-  Art. 6, Art. 8, Art. 11, Art. 14
-  Art. 6, Art. 8, Art. 12
-  Art. 6, Art. 8, Art. 12, Art. 14
-  Art. 7, Art. 16
-  Art. 13



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

DPGRT 53/R/2011 – PAI

Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata



Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R

## G.4 - Pericolosità Geologica Molto Elevata



Are in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

## G.3 - Pericolosità Geologica Elevata



Are in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

## G.2 - Pericolosità Geologica Media



Are in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

## G.1 - Pericolosità Geologica Bassa



Are in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Classi di pericolosità ai sensi del P.A.I. - Bacino Arno

## Pericolosità molto elevata da frana (P.F.4):



pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato;

## Pericolosità elevata da frana (P.F.3):



pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato;

## Pericolosità media da frana (P.F.2):

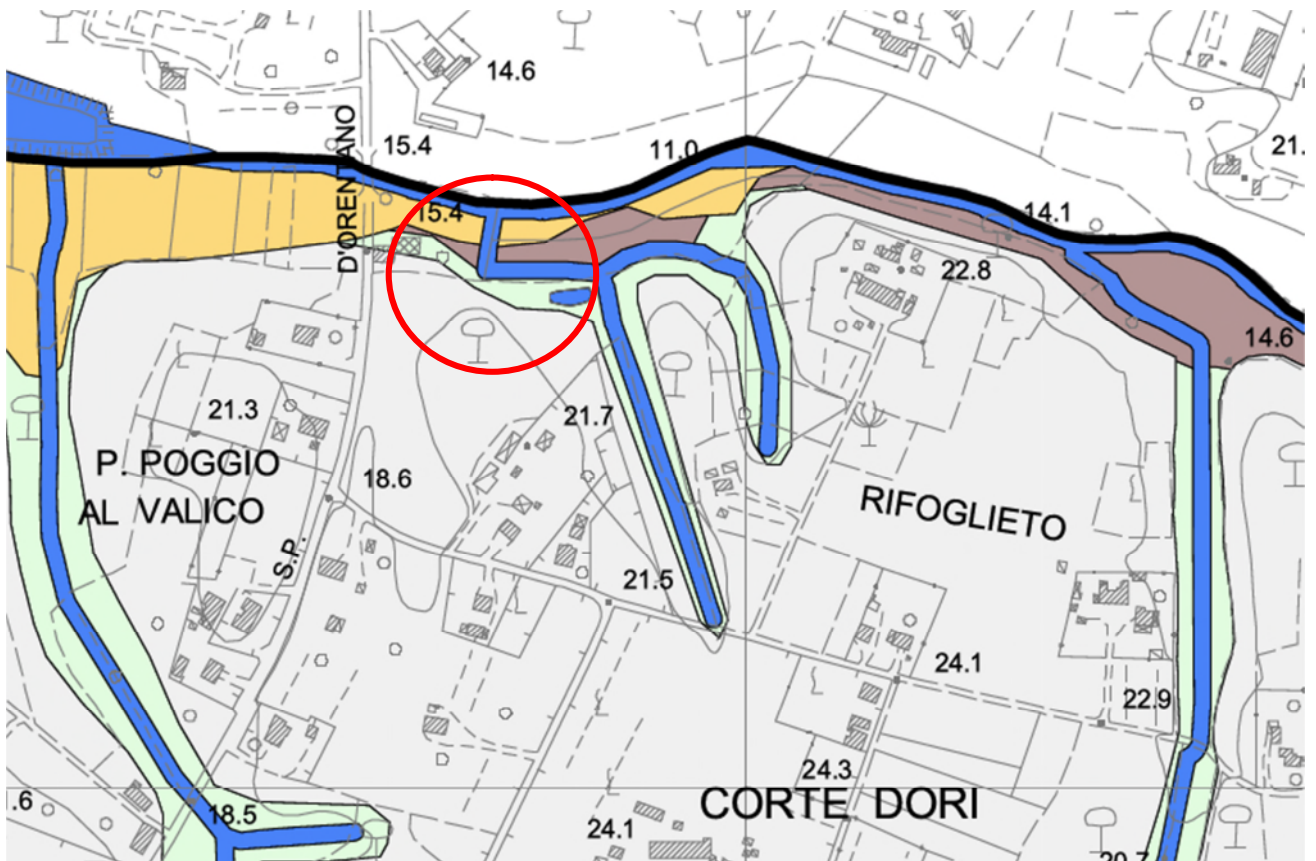


pericolosità indotta da fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente) causa di rischio medio.

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Ai sensi della DPGRT 53/R/2011 – PAI


Stralcio tratto dalla Variante al R.U. approvata



## CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA NEL RISPETTO DEL D.P.G.R. n°53/R

### (I.4) - PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA

**definita su notizie storiche e su base morfologica**

 Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente entrambe le condizioni:  
a) vi sono notizie storiche di inondazioni;  
b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

**dedotta dal PAI Bacino Fiume Arno**


 P.I.4 PAI

**definita sulla base di verifiche idrologico-idrauliche**

 Aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni

### (I.3) - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

**definita su notizie storiche e su base morfologica**


 Aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:  
a) vi sono notizie storiche di inondazioni;  
b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

**dedotta dal PAI Bacino Fiume Arno**


 P.I.3 PAI

 P.I.2 PAI


**definita sulla base di verifiche idrologico-idrauliche**


 Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni

### (I.2) - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

 Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;  
b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori di ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

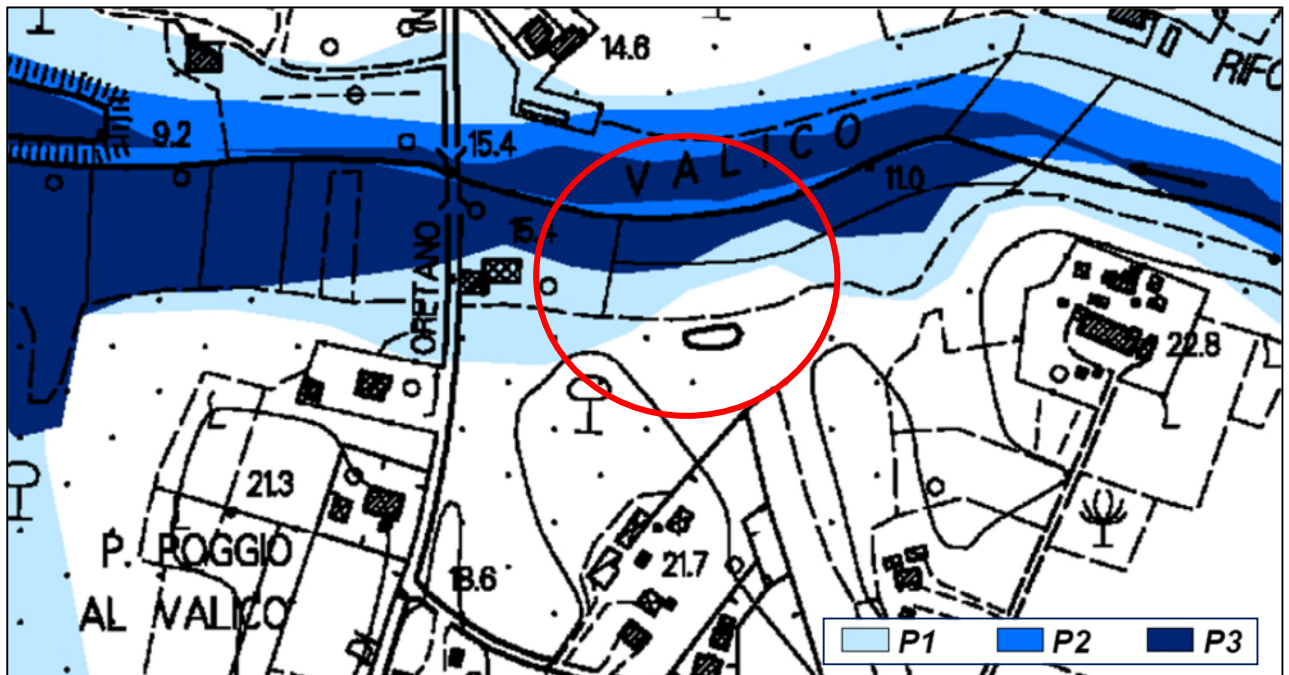
### (I.1) - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

 Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;  
b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

 Corsi d'acqua principali e laghi

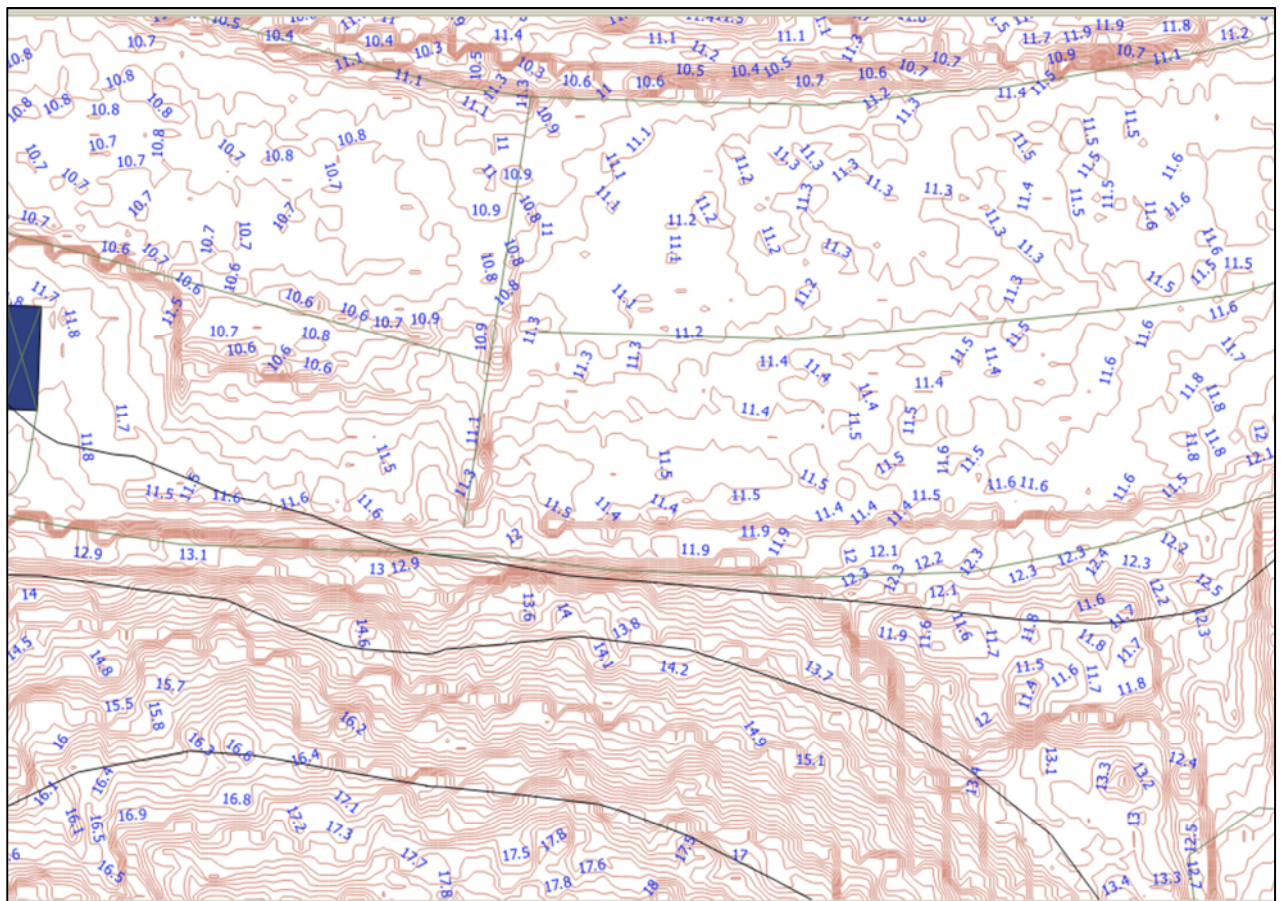
 Argini

**DISTRETTO IDROGRAFICO APPENNINO SETTENTRIONALE**  
**Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)**  
**Carta della pericolosità idraulica – scala 1:10.000**

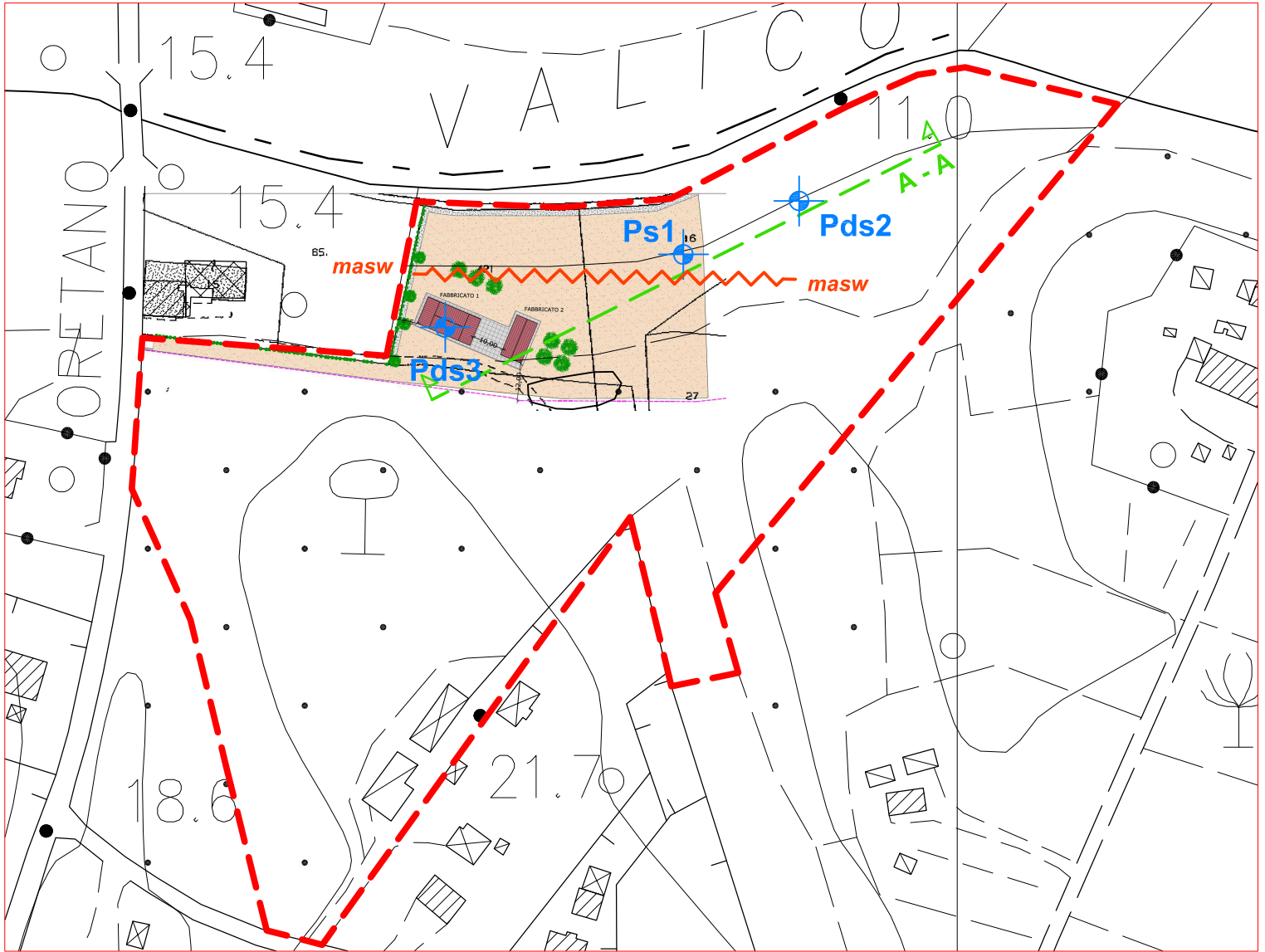


- pericolosità da alluvione elevata (**P3**), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $\leq$  a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (**P2**), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $>$  30 anni e  $\leq$  200 anni
- pericolosità da alluvione bassa (**P1**), aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $>$  200 anni

**CARATTERIZZAZIONE TOPOGRAFICA DA LIDAR REGIONALE**  
interpretato a curve di livello iso 10 cm



UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE  
 scala 1:2.000



Perimetro del Piano di Recupero



Indagine geofisica MASW



Ps1 Prova penetrometrica statica - C.P.T.



Pds2 Prova penetrometrica statica C.P.T. e dinamica superpesante D.P.S.H.

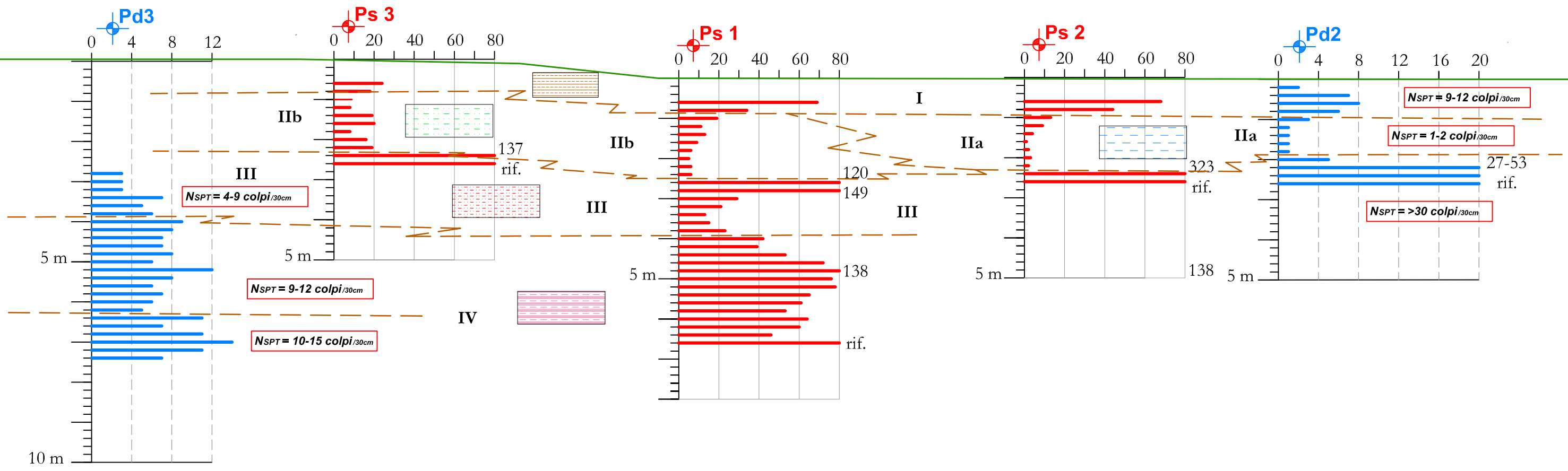


A-A Sezione di correlazione stratigrafico - geotecnica



SEZIONE DI CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA  
 scala verticale 1:100  
 scala orizzontale 1:400

ubicazione edifici 1 e 2 di progetto


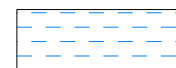
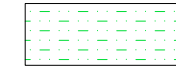
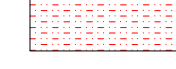



MODELLO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO

**Ps1** Prova penetrometrica statica - C.P.T.  
**Pd2** Prova penetrometrica dinamica superpesante D.P.S.H.

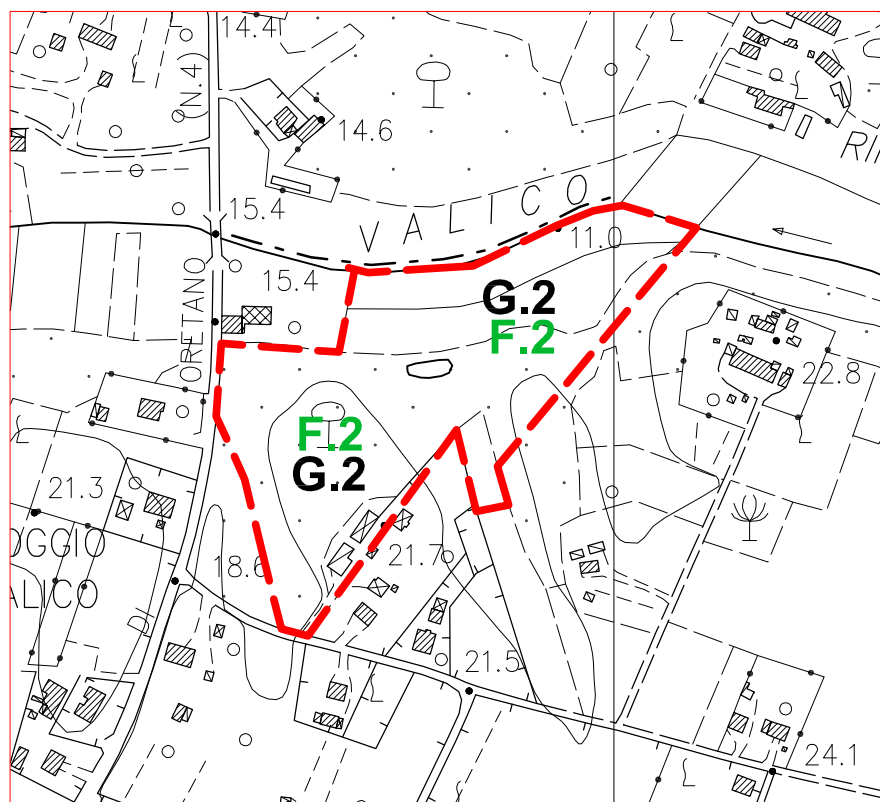
**NSPT = 10-15 colpi/30cm** Valori di resistenza S.P.T. desunti da prova D.P.S.H. - colpi/30cm

**Qc = 1-4 kg/cmq** Valori di resistenza alla penetrazione di punta in prova C.P.T. - kg/cmq

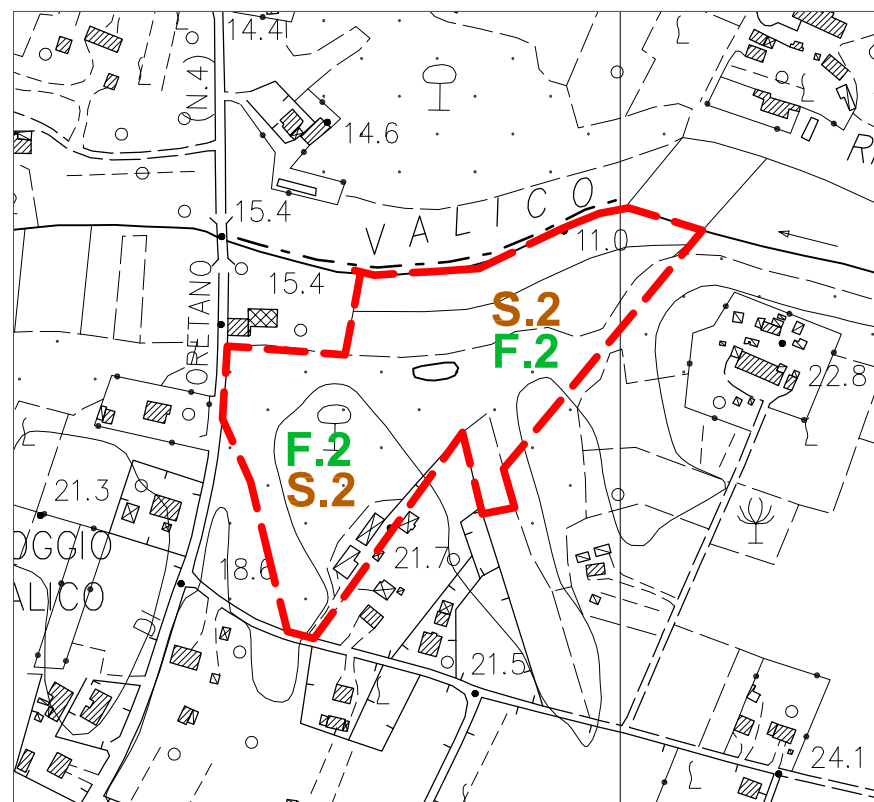
- I**  terreno agrario e riaddensato superficiale  
Qc = 30-50 kg/cmq
- IIa**  limo argilloso poco consistente  
Qc = 1-4 kg/cmq
- IIb**  limo argilloso sabbioso di mediocre consistenza  
Qc = 5-8 kg/cmq
- III**  argille sabbiose di media consistenza con lenti di ghiaie compatte  
Qc 15-30 kg/cmq (picchi >150-rif.)
- IV**  sabbie argillose con ghiaia associata consistenti  
Qc = 40-60 kg/cmq (picchi 80-130 rif.)

**CARTE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, SISMICA ED IDRAULICA RIFERITE AL P.R.  
E RELATIVE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' - D.P.G.R.T. 53/R/2011 (All A)  
scala 1:5.000**

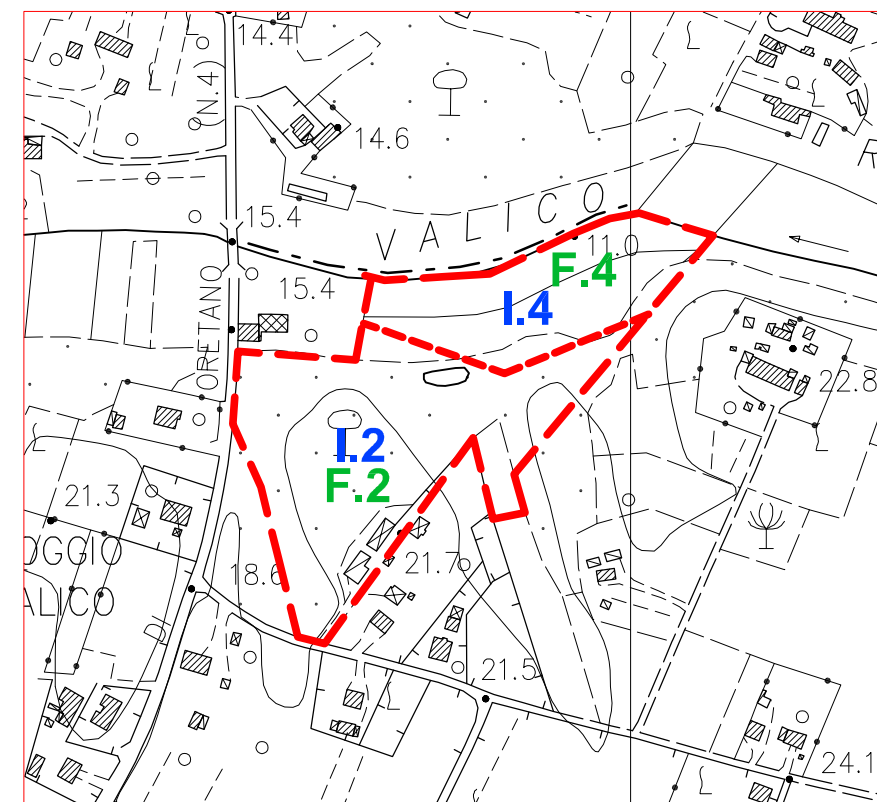
**PERICOLOSITA' - FATTIBILITA' GEOLOGICA**



**PERICOLOSITA' - FATTIBILITA' SISMICA**



**PERICOLOSITA' - FATTIBILITA' IDRAULICA**



**2.1. C.1. - Valutazione della pericolosità: aree a pericolosità geologica**

**G.2**

**PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA** - Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

**3.1. - condizioni di fattibilità**

**F.2**

**FATTIBILITA' 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 (indagini geognostiche e geotecniche in base alle NTC sismiche e DPGRT 36/R/2009)

**2.1. C.5. - Valutazione della pericolosità: aree a pericolosità sismica**

**S.2**

**PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA** - Aree stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S3) ovvero non caratterizzati da forti contrasti di impedenza sismica (generalmente classi B e C di suolo) depositi alluvionali della pianura e depositi fluvio-lacustri

**3.1. - condizioni di fattibilità**

**F.2**

**FATTIBILITA' 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 (indagine sismica ai sensi delle NTC sismiche e DPGRT 36/R/2009)

**2.1. C.2. - Valutazione della pericolosità: aree a pericolosità idraulica**

**I.4**

**PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA** - Aree interessate da allagamenti per eventi TR<30 anni

**I.2**

**PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA** - Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200<TR<500 anni

**3.1. - condizioni di fattibilità**

**F.4**

**FATTIBILITA' LIMITATA** - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza con specifica progettazione idraulica: nel caso specifico, trattandosi di propensione all'esondazione con Tr <30 anni, valgono i contenuti dell'art. 2 della LRT 21 del 2012 per interventi sul patrimonio edilizio esistente

**F.2**

**FATTIBILITA' 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, nel caso specifico compensazione per norma 13 DPCM 5/11/1999

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
 - lavoro : Piano di Recupero  
 - località : via del Valico - loc. Orentano  
 - note :

- data : 18/09/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	3,40	13,0	28,0	13,0	0,93	14,0
0,40	----	----	--	0,67	----	3,60	15,0	29,0	15,0	1,20	12,0
0,60	69,0	79,0	69,0	3,27	21,0	3,80	23,0	41,0	23,0	1,80	13,0
0,80	39,0	88,0	39,0	3,07	13,0	<b>4,00</b>	42,0	69,0	42,0	2,47	17,0
<b>1,00</b>	19,0	65,0	19,0	1,87	10,0	4,20	39,0	76,0	39,0	2,87	14,0
1,20	11,0	39,0	11,0	1,20	9,0	4,40	53,0	96,0	53,0	1,87	28,0
1,40	13,0	31,0	13,0	0,73	18,0	4,60	72,0	100,0	72,0	2,93	25,0
1,60	9,0	20,0	9,0	0,80	11,0	4,80	138,0	182,0	138,0	3,67	38,0
1,80	6,0	18,0	6,0	0,60	10,0	<b>5,00</b>	76,0	131,0	76,0	6,60	12,0
<b>2,00</b>	5,0	14,0	5,0	0,53	9,0	5,20	78,0	177,0	78,0	5,93	13,0
2,20	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0	5,40	65,0	154,0	65,0	6,07	11,0
2,40	6,0	13,0	6,0	2,13	3,0	5,60	61,0	152,0	61,0	3,93	16,0
2,60	120,0	152,0	120,0	2,13	56,0	5,80	53,0	112,0	53,0	4,27	12,0
2,80	149,0	181,0	149,0	5,53	27,0	<b>6,00</b>	64,0	128,0	64,0	3,13	20,0
<b>3,00</b>	29,0	112,0	29,0	1,80	16,0	6,20	60,0	107,0	60,0	1,53	39,0
3,20	21,0	48,0	21,0	1,00	21,0	6,40	46,0	69,0	46,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
 - lavoro : Piano di Recupero  
 - località : via del Valico - loc. Orentano  
 - note :

- data : 18/09/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	1,60	1,0	9,0	1,0	0,27	4,0
0,40	----	----	--	2,67	----	1,80	2,0	6,0	2,0	0,27	7,0
0,60	68,0	108,0	68,0	4,27	16,0	<b>2,00</b>	3,0	7,0	3,0	0,27	11,0
0,80	44,0	108,0	44,0	4,40	10,0	2,20	2,0	6,0	2,0	3,47	1,0
<b>1,00</b>	13,0	79,0	13,0	1,40	9,0	2,40	138,0	190,0	138,0	15,67	9,0
1,20	9,0	30,0	9,0	0,80	11,0	2,60	323,0	558,0	323,0	-----	----
1,40	4,0	16,0	4,0	0,53	7,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano  
- note :

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	----	----	--	-----	----	1,40	19,0	30,0	19,0	0,87	22,0
0,40	----	----	--	0,33	----	1,60	20,0	33,0	20,0	1,33	15,0
0,60	24,0	29,0	24,0	0,53	45,0	1,80	8,0	28,0	8,0	0,33	24,0
0,80	28,0	36,0	28,0	1,20	23,0	<b>2,00</b>	16,0	21,0	16,0	1,40	11,0
<b>1,00</b>	9,0	27,0	9,0	0,47	19,0	2,20	19,0	40,0	19,0	7,80	2,0
1,20	8,0	15,0	8,0	0,73	11,0	2,40	137,0	254,0	137,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

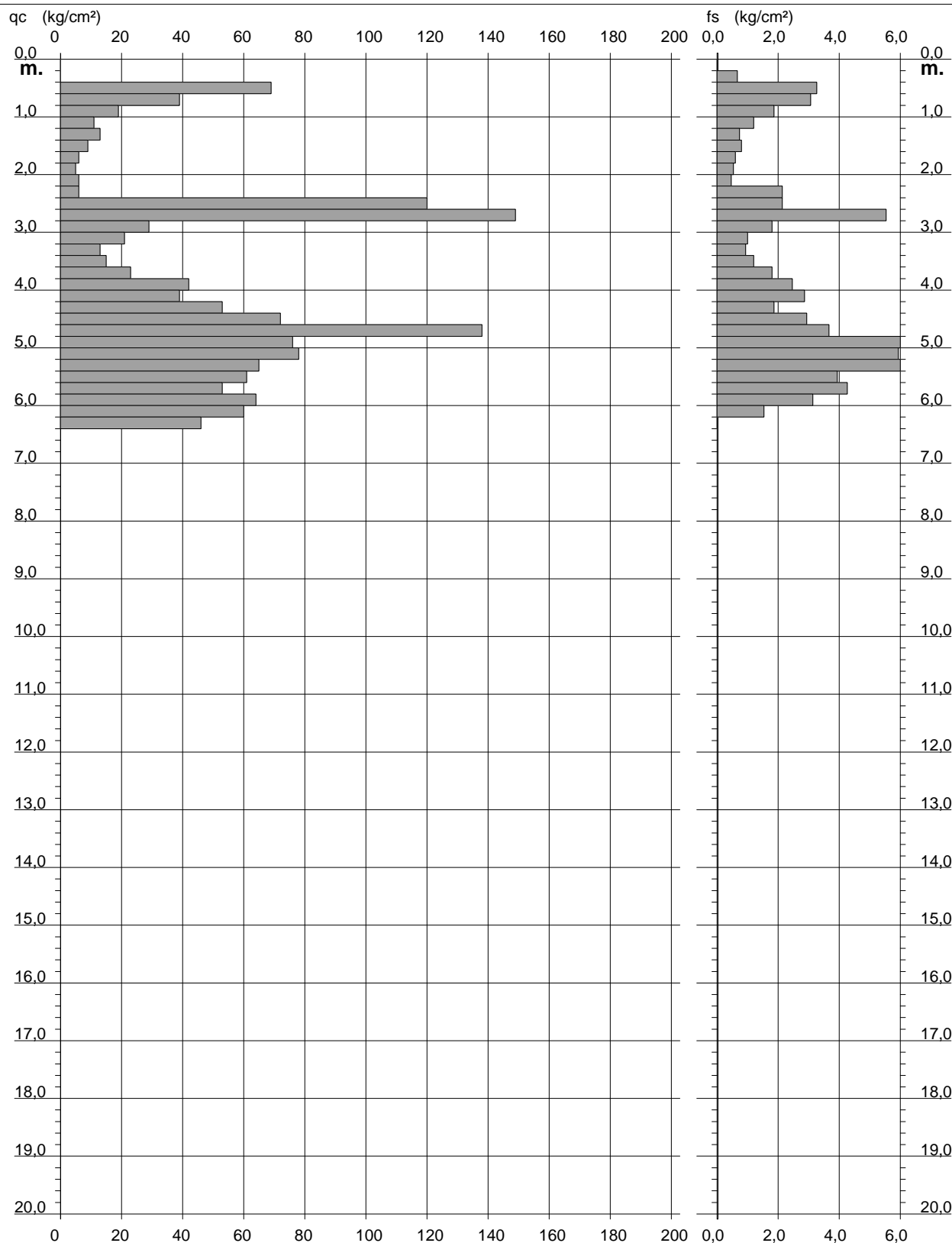
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



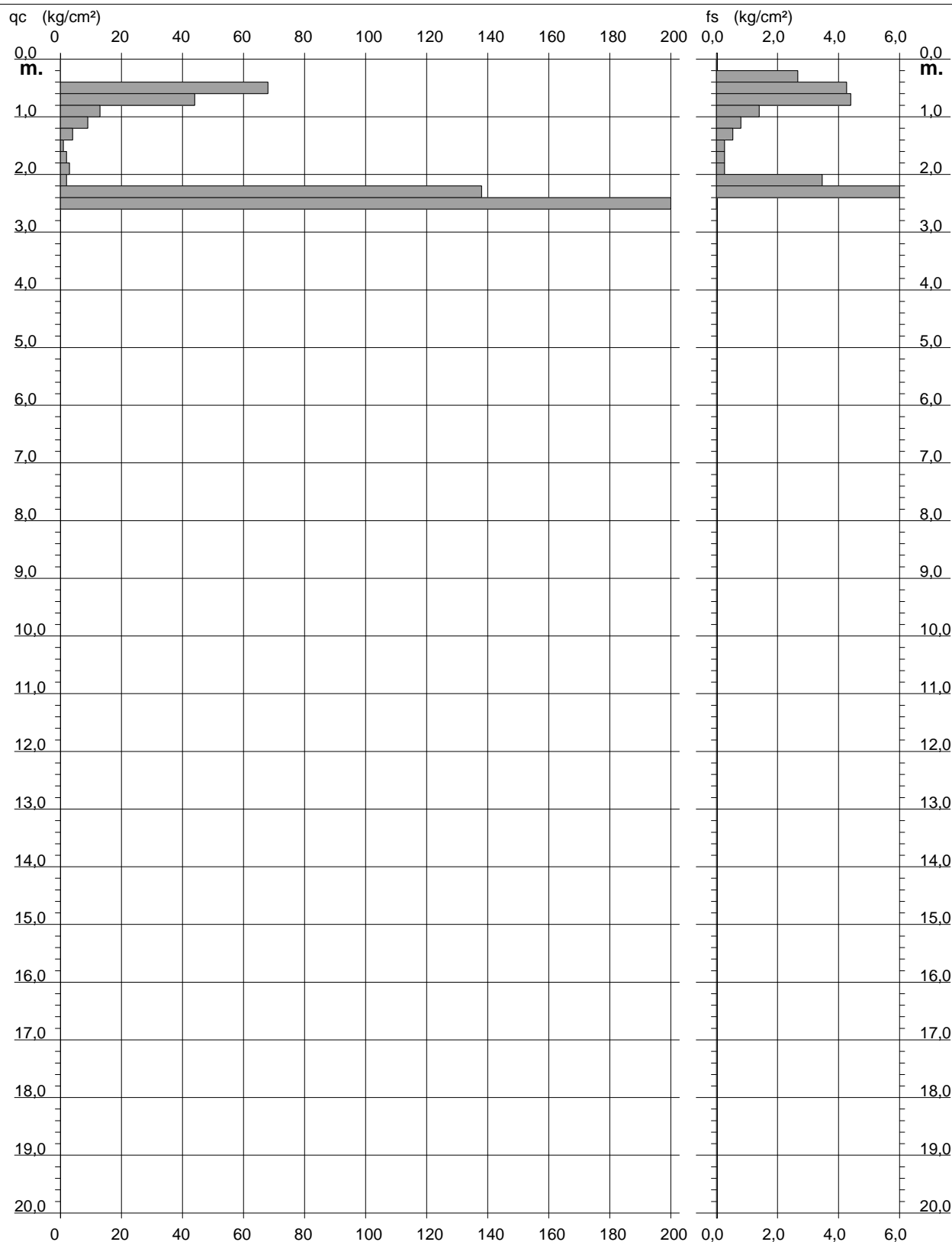
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100



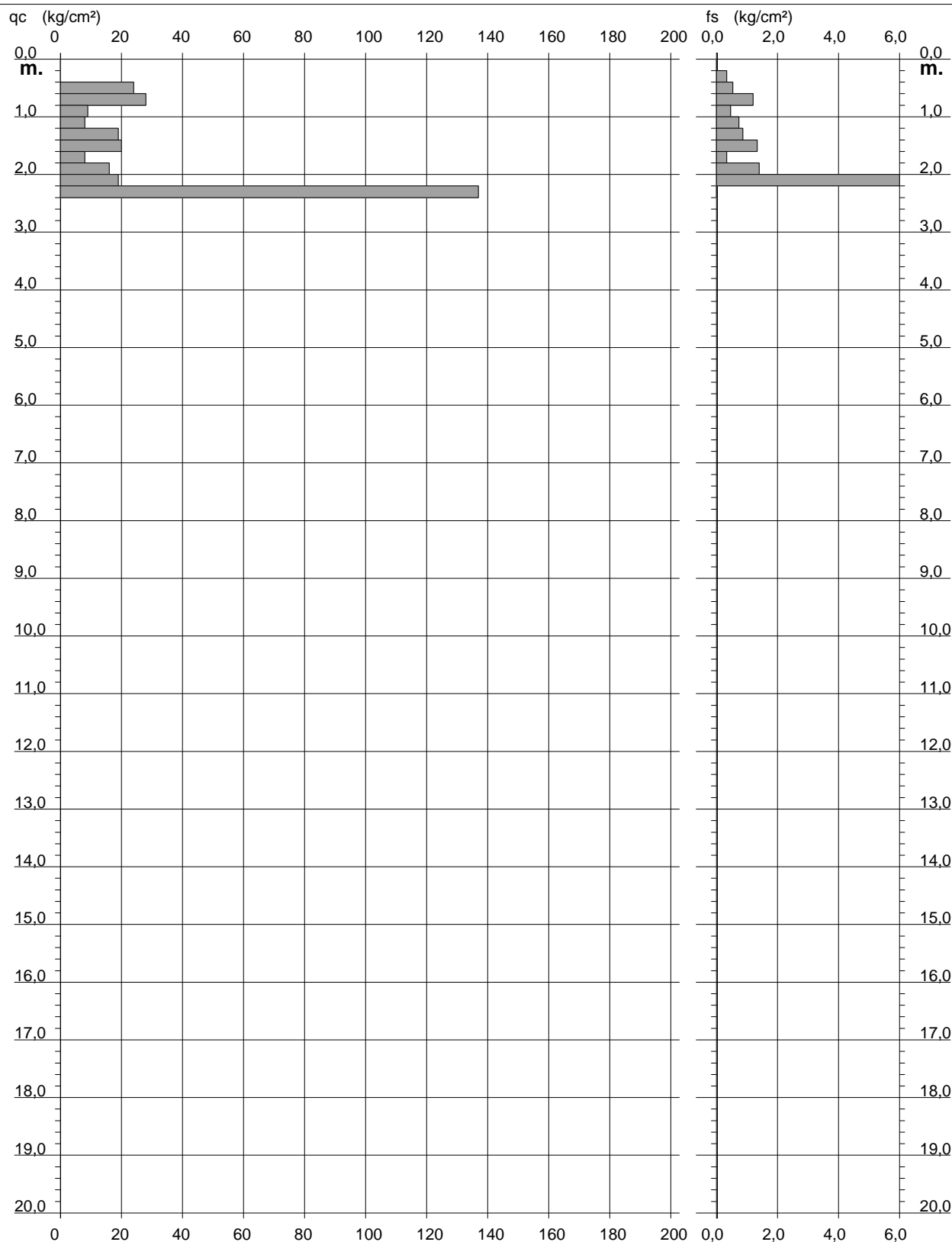
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 3

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 100





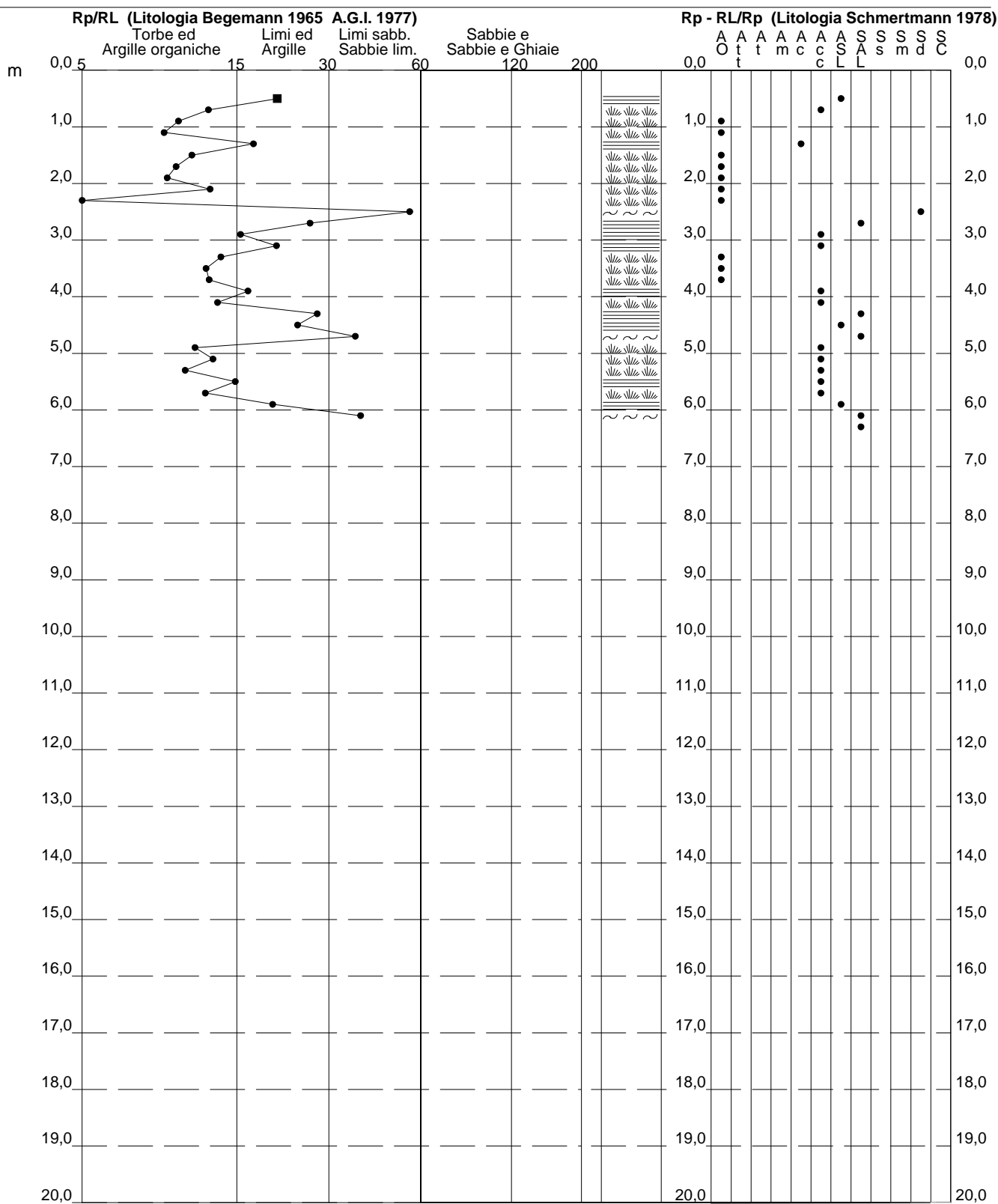
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 1**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
 - lavoro : Piano di Recupero  
 - località : via del Valico - loc. Orentano  
 - note :

- data : 18/09/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



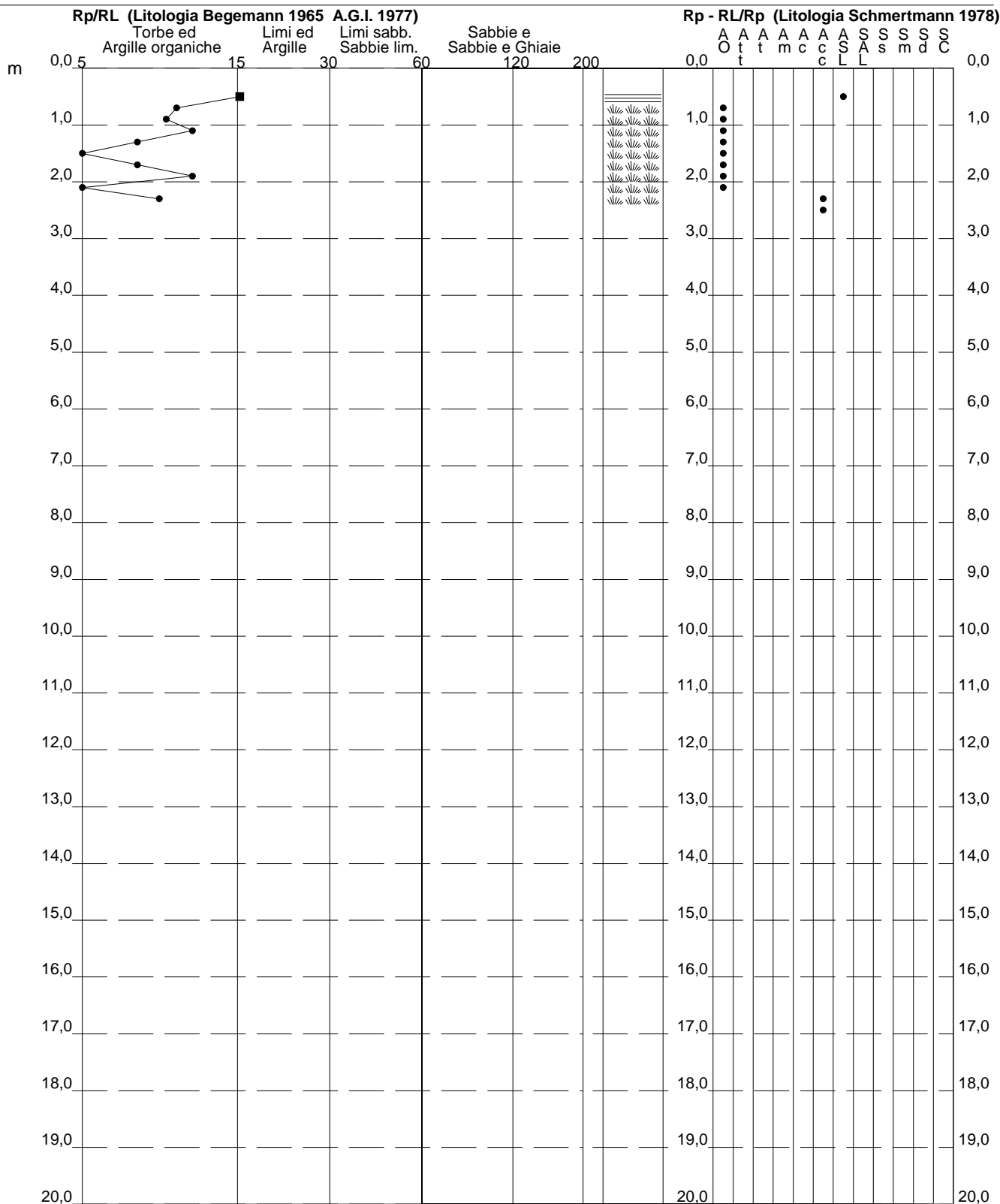
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
 - lavoro : Piano di Recupero  
 - località : via del Valico - loc. Orentano  
 - note :

- data : 18/09/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



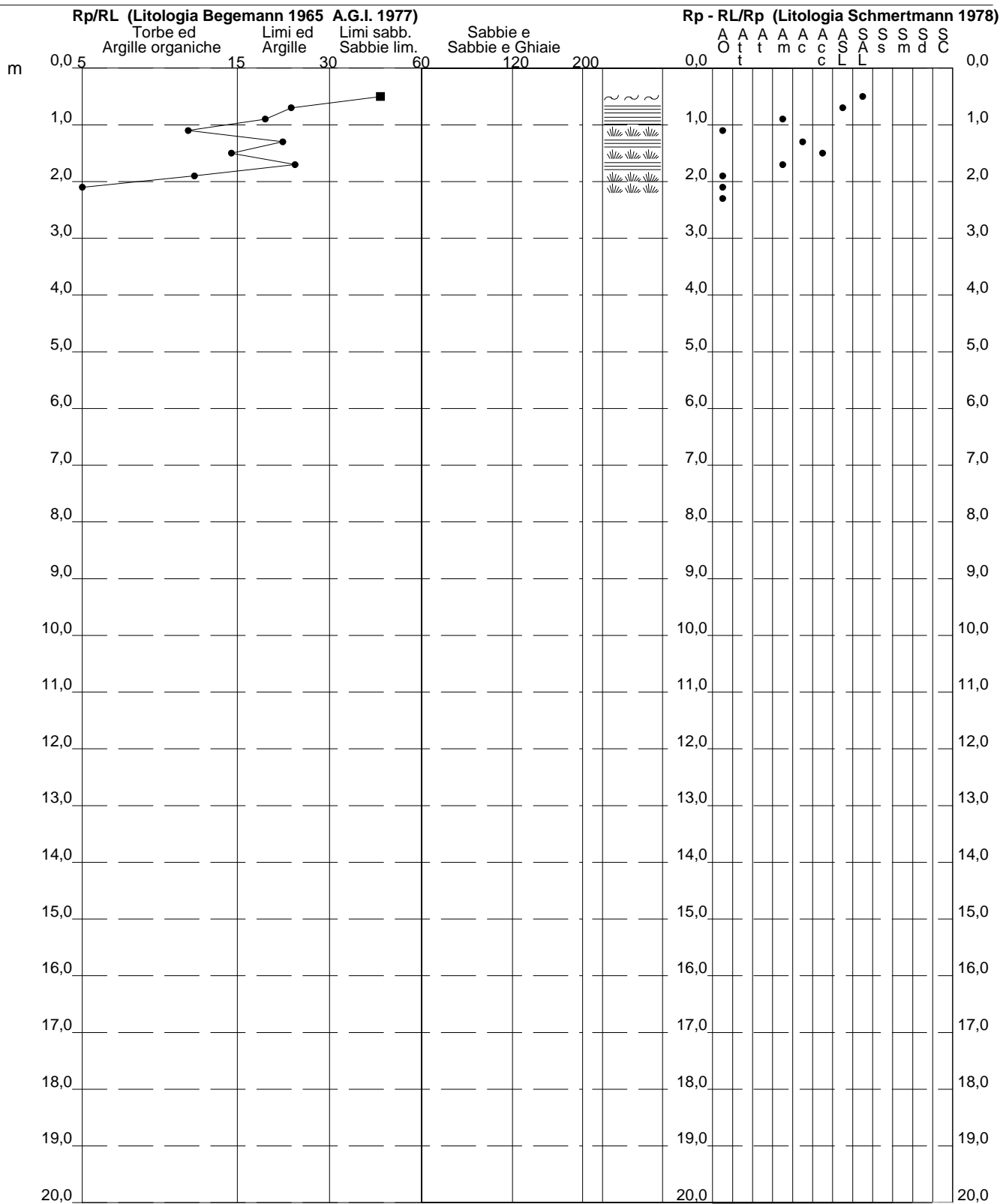
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
 - lavoro : Piano di Recupero  
 - località : via del Valico - loc. Orentano  
 - note :

- data : 18/09/2017  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano  
- note :

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	NATURA COESIMA				NATURA GRANULARE				Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>		
												ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	ø1s (°)	ø2s (°)					ø3s (°)	ø4s (°)
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	69	21	4/:	1,85	0,11	2,30	99,9	391	586	207	100	42	43	45	46	45	32	0,258	115	173	207	--	--	--	
0,80	39	13	4/:	1,85	0,15	1,30	94,9	221	332	117	86	40	42	43	45	41	30	0,210	65	98	117	--	--	--	
1,00	19	10	2////	1,85	0,19	0,78	37,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	11	9	2////	1,85	0,22	0,54	18,9	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	13	18	2////	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	9	11	2////	1,85	0,30	0,45	10,6	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	6	10	1***	1,85	0,33	0,30	5,5	18	26	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	5	9	1***	1,85	0,37	0,25	3,8	19	28	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	6	13	1***	1,85	0,41	0,30	4,3	20	30	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,40	6	3	1***	1,85	0,44	0,30	3,8	23	34	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,60	120	56	3:~:~:	1,85	0,48	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	41	35	0,244	200	300	360	--	--	--	
2,80	149	27	4/:	1,85	0,52	4,97	99,9	844	1267	447	100	42	43	45	46	42	36	0,258	248	373	447	--	--	--	
3,00	29	16	4/:	1,85	0,55	0,98	12,8	167	251	87	44	34	37	39	42	33	29	0,089	48	73	87	--	--	--	
3,20	21	21	4/:	1,85	0,59	0,82	9,5	142	213	63	31	32	35	38	40	31	27	0,060	35	53	63	--	--	--	
3,40	13	14	2////	1,85	0,63	0,60	6,0	167	250	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	15	12	2////	1,85	0,67	0,67	6,3	174	260	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	23	13	4/:	1,85	0,70	0,87	8,2	168	252	69	30	32	35	38	40	31	28	0,058	38	58	69	--	--	--	
4,00	42	17	4/:	1,85	0,74	1,40	13,9	238	357	126	50	35	37	40	42	34	30	0,103	70	105	126	--	--	--	
4,20	39	14	4/:	1,85	0,78	1,30	11,9	221	332	117	46	34	37	39	42	33	30	0,094	65	98	117	--	--	--	
4,40	53	28	4/:	1,85	0,81	1,77	16,5	300	451	159	55	36	38	40	42	35	31	0,117	88	133	159	--	--	--	
4,60	72	25	4/:	1,85	0,85	2,40	22,9	408	612	216	65	37	39	41	43	36	32	0,143	120	180	216	--	--	--	
4,80	138	38	3:~:~:	1,85	0,89	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	39	36	0,209	230	345	414	--	--	--	
5,00	76	12	4/:	1,85	0,93	2,53	22,1	431	646	228	64	37	39	41	43	36	33	0,143	127	190	228	--	--	--	
5,20	78	13	4/:	1,85	0,96	2,60	21,8	442	663	234	64	37	39	41	43	36	33	0,143	130	195	234	--	--	--	
5,40	65	11	4/:	1,85	1,00	2,17	16,5	368	553	195	57	36	38	40	43	35	32	0,123	108	163	195	--	--	--	
5,60	61	16	4/:	1,85	1,04	2,03	14,6	346	519	183	54	36	38	40	42	34	32	0,115	102	153	183	--	--	--	
5,80	53	12	4/:	1,85	1,07	1,77	11,7	300	451	159	48	35	37	39	42	33	31	0,100	88	133	159	--	--	--	
6,00	64	20	4/:	1,85	1,11	2,13	14,2	363	544	192	54	36	38	40	42	34	32	0,115	107	160	192	--	--	--	
6,20	60	39	3:~:~:	1,85	1,15	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,107	100	150	180	--	--	--	
6,40	46	--	3:~:~:	1,85	1,18	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	32	31	0,083	77	115	138	--	--	--	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
**TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 2**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano  
- note :

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	68	16	4/./:	1,85	0,11	2,27	99,9	385	578	204	100	42	43	45	46	45	32	0,258	113	170	204	
0,80	44	10	4/./:	1,85	0,15	1,47	99,9	249	374	132	90	41	42	44	45	42	31	0,224	73	110	132	
1,00	13	9	2////	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	11	2////	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	4	7	1***	1,85	0,26	0,20	4,5	13	20	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	1	4	1***	1,85	0,30	0,05	0,7	7	10	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	2	7	1***	1,85	0,33	0,10	1,4	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	3	11	1***	1,85	0,37	0,15	2,0	18	27	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	2	1	1***	1,85	0,41	0,10	1,1	13	19	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	138	9	4/./:	1,85	0,44	4,60	99,9	782	1173	414	100	42	43	45	46	42	36	0,258	230	345	414	
2,60	323	--	3:..:	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	538	808	969	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 3**

2.01PG05-077

- committente : sig.ri SEGHETTI Mara ed altri  
- lavoro : Piano di Recupero  
- località : via del Valico - loc. Orentano  
- note :

- data : 18/09/2017  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	24	45	3:~:~	1,85	0,11	--	--	--	--	--	77	39	40	42	44	40	28	0,179	40	60	72	
0,80	28	23	4/:/:	1,85	0,15	0,97	65,5	164	246	84	75	38	40	42	44	40	28	0,174	47	70	84	
1,00	9	19	2:~:~	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	8	11	2:~:~	1,85	0,22	0,40	13,1	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	19	22	2:~:~	1,85	0,26	0,78	24,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	20	15	4/:/:	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60	
1,80	8	24	2:~:~	1,85	0,33	0,40	7,9	80	120	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	16	11	2:~:~	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,20	19	2	2:~:~	1,85	0,41	0,78	14,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,40	137	--	3:~:~	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	35	0,258	228	343	411	

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 63-100 EML.C**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,66 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : sig.ra SEGHETTI Mara - cantiere : Piano di Recupero - località : loc. Il Valico - Castelfranco di Sotto - note : approfondimento CPT3	- data : 29/09/2017 - quota inizio : 0 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio - pagina : 1
---	---

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	----	----	----	1	3,80 - 4,00	9	69,6	----	5
0,20 - 0,40	----	----	----	1	4,00 - 4,20	8	61,9	----	5
0,40 - 0,60	----	----	----	2	4,20 - 4,40	7	54,1	----	5
0,60 - 0,80	----	----	----	2	4,40 - 4,60	7	50,8	----	6
0,80 - 1,00	----	----	----	2	4,60 - 4,80	8	58,1	----	6
1,00 - 1,20	----	----	----	2	4,80 - 5,00	6	43,5	----	6
1,20 - 1,40	----	----	----	2	5,00 - 5,20	12	87,1	----	6
1,40 - 1,60	----	----	----	3	5,20 - 5,40	8	58,1	----	6
1,60 - 1,80	----	----	----	3	5,40 - 5,60	6	41,0	----	7
1,80 - 2,00	----	----	----	3	5,60 - 5,80	7	47,8	----	7
2,00 - 2,20	----	----	----	3	5,80 - 6,00	6	41,0	----	7
2,20 - 2,40	----	----	----	3	6,00 - 6,20	5	34,2	----	7
2,40 - 2,60	8	66,3	----	4	6,20 - 6,40	11	75,2	----	7
2,60 - 2,80	3	24,8	----	4	6,40 - 6,60	7	45,2	----	8
2,80 - 3,00	3	24,8	----	4	6,60 - 6,80	11	71,0	----	8
3,00 - 3,20	3	24,8	----	4	6,80 - 7,00	14	90,4	----	8
3,20 - 3,40	7	58,0	----	4	7,00 - 7,20	11	71,0	----	8
3,40 - 3,60	5	38,7	----	5	7,20 - 7,40	7	45,2	----	8
3,60 - 3,80	6	46,4	----	5					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **51,00** mm- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

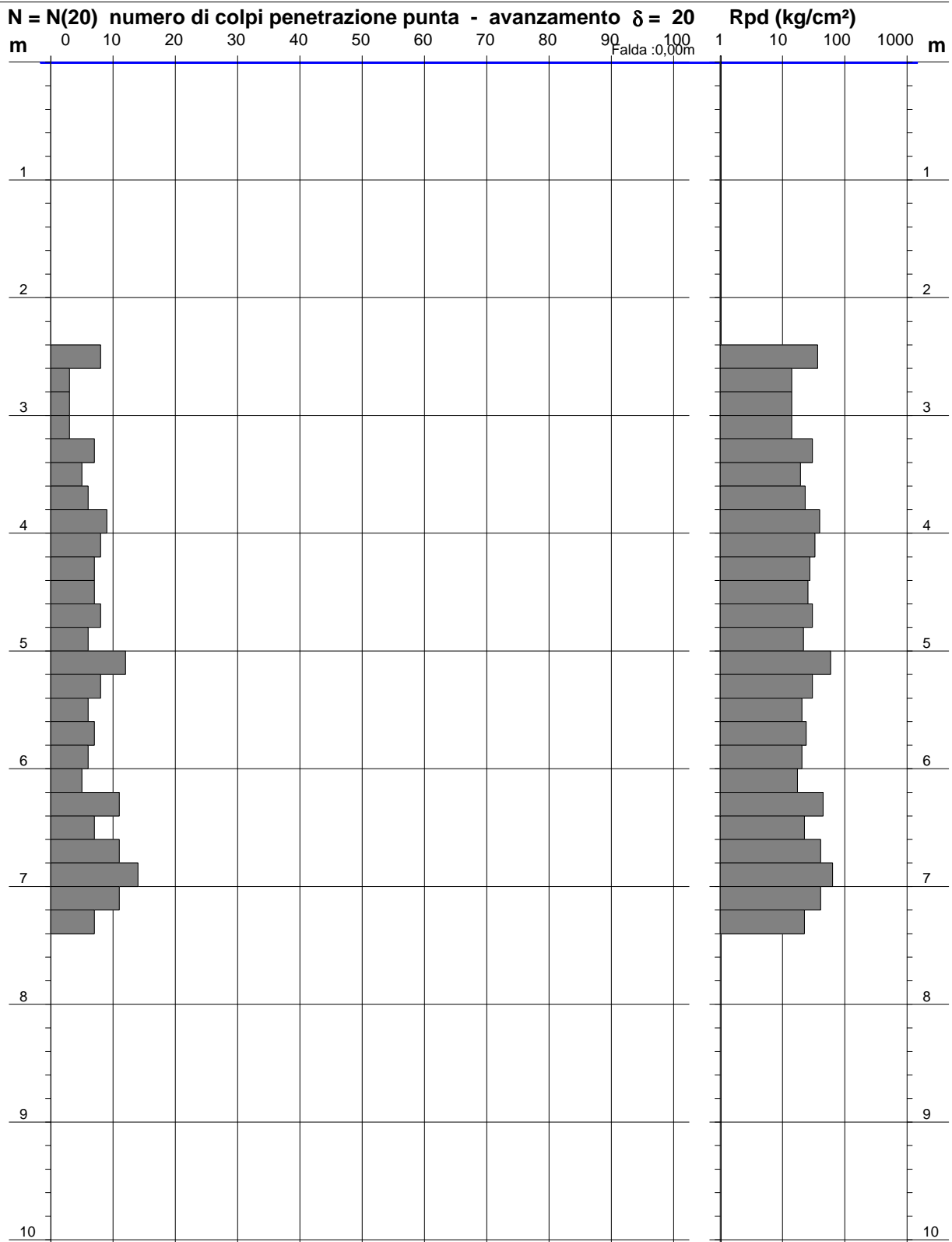
## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : sig.ra SEGHETTI Mara  
 - cantiere : Piano di Recupero  
 - località : loc. Il Valico - Castelfranco di Sotto

- data : 29/09/2017  
 - quota inizio : 0  
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

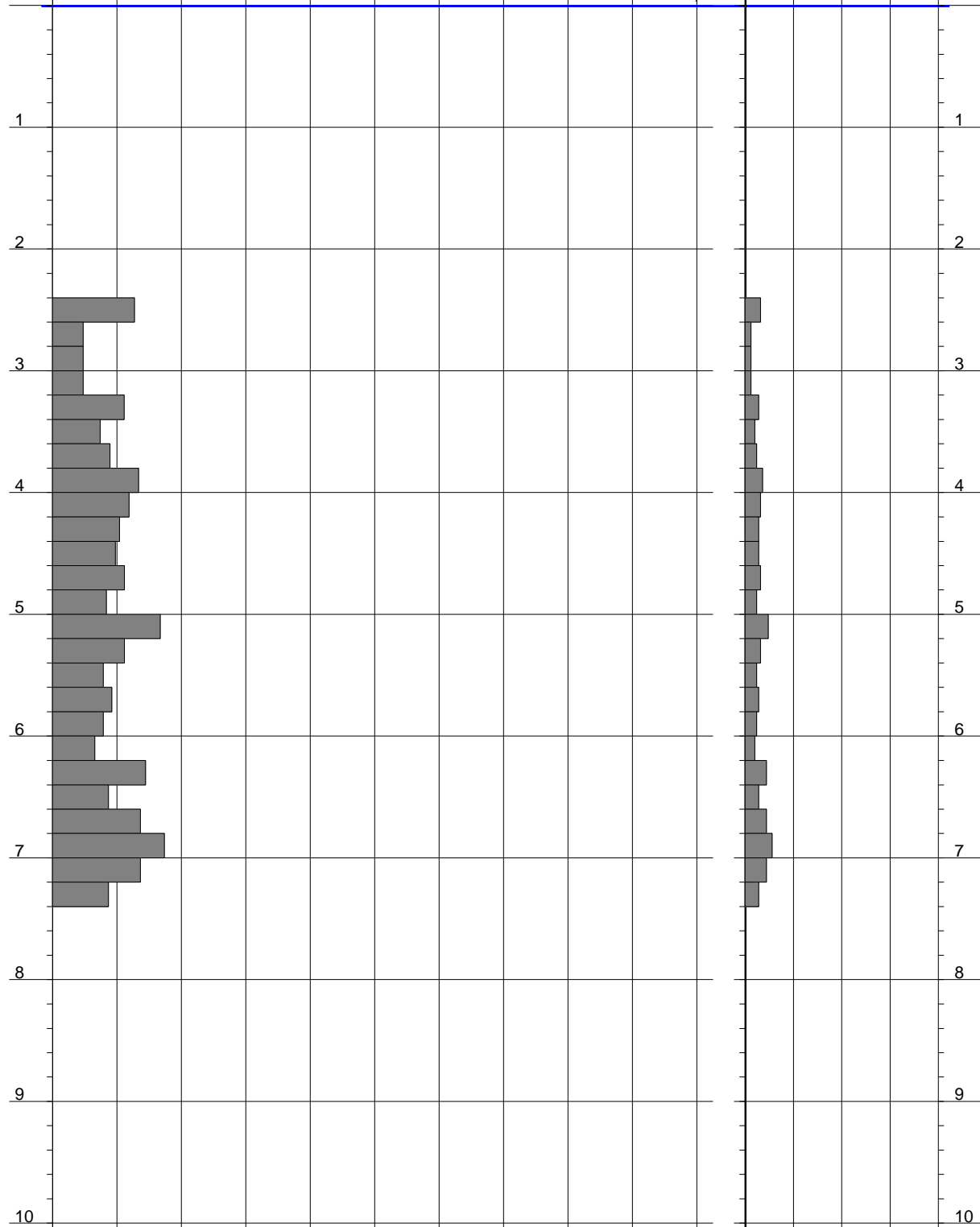
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1  
Scala 1: 50

- indagine : sig.ra SEGHETTI Mara  
- cantiere : Piano di Recupero  
- località : loc. Il Valico - Castelfranco di Sotto

- data : 29/09/2017  
- quota inizio : 0  
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"** **N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$**   
 m 0 52 104 156 208 260 312 364 416 468 520 m  
 Falda : 0,00m



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# GRAFICI INDAGINE SISMICA MASW

**dispersion curve or velocity spectrum**

input file

**analysis**

Rayleigh

phase vel.

**number of layers & constrains**

option#1: 2 number of layers

option#2 (recommended):  small SS  reference model

force search space

**inversion (genetic) menu**

80 individuals/models (min 8 - max 7000)

80 generations (min 8 - max 400)

Vp & density optimization

**FVS & effective dispersion curve inversion**

ZVF (Ray: vert. source & vert. geoph.)

8 number of modes

30 variability (%) for Qs and Poisson values

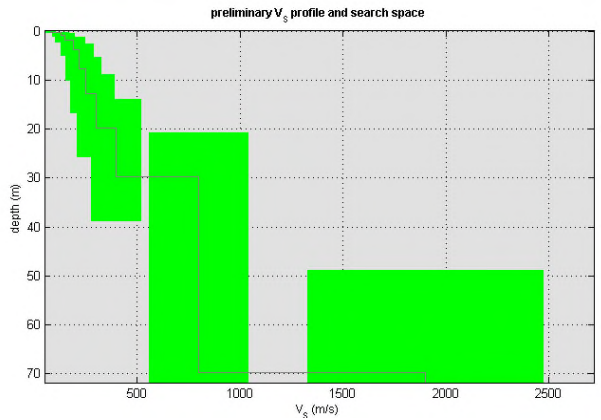
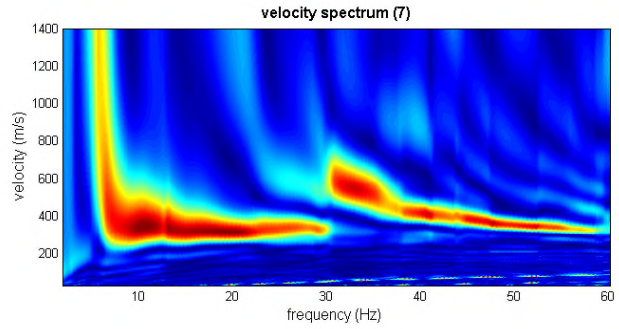
**outputting**

output folder

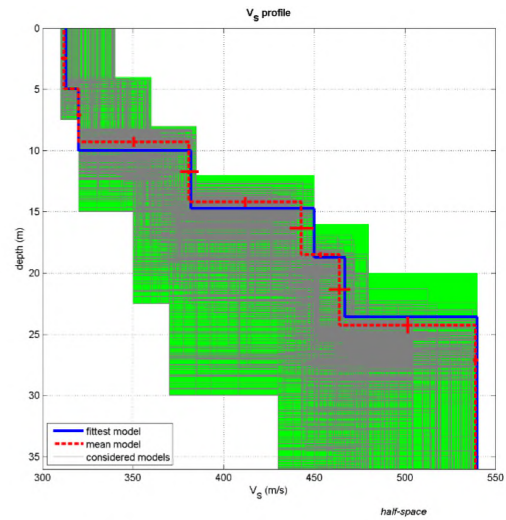
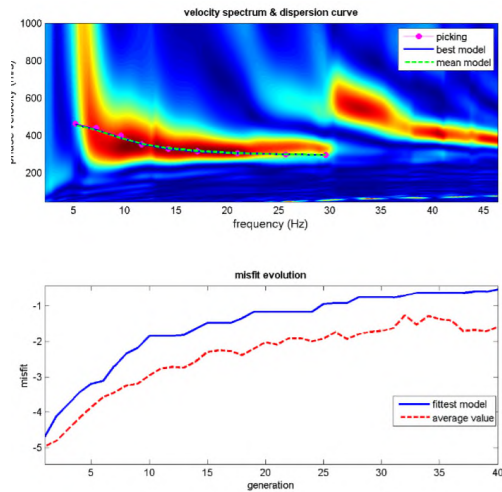
38 max depth to plot (m)

RUN

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



Spettro di velocità e inversione



dataset: 7.sgy  
 dispersion curve: 7.cdp  
 $V_{s30}$  (best model): 389 m/s  
 $V_{s30}$  (mean model): 400 m/s

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Picking e risultato inversione

## RISULTATI ELABORAZIONE MASW– loc. Valico , Castelfranco di Sotto

Richiedenti: Mara e Lida Seghetti, Gino Del Pistoia

dataset: 7.sgy

sampling (ms): 0.131

minimum offset (m): 7

geophone spacing (m): 2

offsets (m): 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53

Dispersion curve: 7.cdp

Number of individuals: 30

Number of generations: 31

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs): 310 320 350 370 430 460

Adopted search space (maximum Vs): 340 360 385 450 480 540

Adopted search space (minimum Poisson): 0.245 0.245 0.245 0.245 0.245 0.21

Adopted search space (maximum Poisson): 0.455 0.455 0.455 0.455 0.455 0.39

Adopted search space (minimum Qs): 14.4375 17.1325 19.8275 22.5225 25.2175  
27.9125

Adopted search space (maximum Qs): 26.8125 31.8175 36.8225 41.8275 46.8325  
51.8375

Adopted search space (minimum reference frequency): 1

Adopted search space (maximum reference frequency): 29.5984

Adopted search space (minimum thickness): 4 4 4 4 4

Adopted search space (maximum thickness): 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -4.9714 -4.6993

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -4.8097 -4.1211

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -4.4834 -3.7798

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -4.1625 -3.4389

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -3.8649 -3.1991

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -3.581 -3.1235

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -3.4467 -2.6997

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -3.2525 -2.3496

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -3.1996 -2.1773

Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -2.9645 -1.8405

Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -2.7671 -1.8405

Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -2.7233 -1.8405

Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -2.7399 -1.8119

Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -2.5727 -1.6394

Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -2.2954 -1.4721  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -2.2539 -1.4721  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -2.2715 -1.4721  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -2.3876 -1.3419  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -2.2021 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -2.0196 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -2.0854 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -1.9108 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -1.9099 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -2.0033 -1.1623  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -1.9168 -0.93627  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -1.739 -0.90956  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -1.9303 -0.90956  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -1.797 -0.74972  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -1.7305 -0.74972  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -1.7013 -0.74972  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -1.6242 -0.74972

Adopted search space (minimum Vs): 310 320 350 370 430 460

Adopted search space (maximum Vs): 340 360 385 450 480 540

Adopted search space (minimum Qs): 14.4375 17.1325 19.8275 22.5225 25.2175  
 27.9125

Adopted search space (maximum Qs): 26.8125 31.8175 36.8225 41.8275 46.8325  
 51.8375

Adopted search space (minimum reference frequency): 1

Adopted search space (maximum reference frequency): 29.5984

Adopted search space (minimum Poisson): 0.245 0.245 0.245 0.245 0.245 0.21

Adopted search space (maximum Poisson): 0.455 0.455 0.455 0.455 0.455 0.39

Adopted search space (minimum thickness): 4 4 4 4 4

Adopted search space (maximum thickness): 7.5 7.5 7.5 7.5 7.5

Rayleigh-wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -1.2571 -0.69495

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -1.5299 -0.62896

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -1.279 -0.62896

Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -1.3685 -0.62896

Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -1.4075 -0.62896

Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -1.7051 -0.62896

Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -1.6741 -0.59252

Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -1.7094 -0.59252

Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -1.5952 -0.53255

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 313 320 382 450 467 540

Thickness (m): 5 5 4.7 4 4.9

Number of models considered to calculate the average model: 16

#####  
RESULTS  
#####

Dataset: 7.sgy

Analyzed curve/spectrum: 7.cdp

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

MEAN MODEL

Vs (m/s): 312 320 381 443 464 539

Standard deviations (m/s): 2 1 5 7 6 1

Thickness (m): 4.9 4.3 4.9 4.3 5.7

Standard deviations (m): 0.1 0.4 0.4 0.2 0.7

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 593 1009 1220 841 884 985

Density (gr/cm3): 1.93 2.06 2.10 2.01 2.02 2.05

Vp/Vs ratio: 1.90 3.15 3.20 1.90 1.91 1.83

Poisson: 0.31 0.44 0.45 0.31 0.31 0.29

Shear modulus (MPa): 188 211 305 395 436 596

Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
5.20592	455.1391
7.20246	427.4748
9.63303	384.8525
11.6296	356.5167
14.2337	332.1432
17.0983	316.453
21.0046	305.0231
25.6921	298.3115
29.5984	295.3435

BEST MODEL

Vs (m/s): 313 320 382 450 467 540

thickness (m): 4.956 5.035 4.7338 4 4.8582

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 615 952 1214 1012 851 915  
 Density (gr/cm3): 1.94 2.04 2.10 2.06 2.01 2.03  
 Vp/Vs ratio: 1.96 2.98 3.18 2.25 1.82 1.69  
 Poisson: 0.33 0.44 0.45 0.38 0.28 0.23  
 Shear modulus (MPa): 190 209 307 417 439 593  
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0  
 dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
5.20592	456.585
7.20246	430.0135
9.63303	384.3853
11.6296	353.5404
14.2337	328.7233
17.0983	314.0594
21.0046	304.0877
25.6921	298.5109
29.5984	296.1017

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 36 m

Inversion quality: very good

Vs5 (mean model): 312 m/s

Vs5 (best model): 313 m/s

Vs20 (mean model): 362 m/s

Vs20 (best model): 360 m/s

Vs30 (mean model): 400 m/s

Vs30 (best model): 399 m/s

---

winMASW - Surface Waves & Beyond

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Number of models used to define the mean model: 35

Vs30 for the best model: 401

Analyzing phase velocities