



Comune di  
**Pavullo nel Frignano**  
Provincia di Modena

# PSC

Piano Strutturale Comunale  
L.R. 20/2000

## Valsat

Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale

# RAPPORTI GEOLOGICI - PARTE 2

## AMBITO ANS 2.7

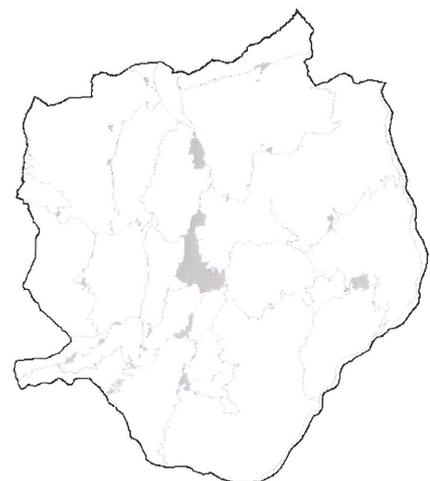
Adozione: D.C.C. n. 46 del 24/7/2008

Approvazione: D.C.C. n.....del .././.....

Il sindaco:  
Sig. Romano Canovi

Il segretario generale:  
Dott. Giampaolo Giovanelli

Responsabile dell'elaborato  
Dott. Geol. Fabrizio Anderlini



## GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento comunale

*arch. Grazia De Luca - responsabile dell'Ufficio di Piano Comunale*

*Ufficio di Piano - geom. Ivan Fiorentini, Laila Picchiotti*

Consulente generale per il PSC: **tecnicoop**

*arch. Rudi Fallaci - arch. Carlo Santacroce - dott. agr. Fabio Tunioi*

*arch. Giulio Verdini - cartografia: Andrea Franceschini*

Consulenti per le zone agricole:

*dott. agr. Alessandra Furlani - dott. agr. Maurizio Pirazzoli*

Consulente per le aree boscate:

*dott. for. Paolo Vincenzo Filetto*

Consulenti per gli aspetti geologici:

*dott. geol. Valeriano Franchi - dott. geol. Fabrizio Anderlini*

Consulente per la zonizzazione acustica:

*dott. Carlo Odorici*

Ricognizione storico-culturale del sistema insediativo rurale:

*dott. Claudia Chiodi*

## **INDICE:**

1. Inquadramento geografico della zona.....	pag. 2
2. Cenni geomorfologici e geolitologici.....	pag. 2
3. Caratteristiche del terreno.....	pag. 5
4. Classificazione sismica del terreno (Categoria sismica del suolo).....	pag. 9
5. Microzonazione sismica: studi di 1° livello.....	pag. 11
5.1 Primo livello di approfondimento: Carta delle aree suscettibili di effetti locali....	pag. 12
6. Caratterizzazione sismica - Effetti locali.....	pag. 13
7. Microzonazione sismica: studi di 2° livello.....	pag. 15
8. Conclusioni.....	pag. 17

### **- Allegato cartografico:**

Tavola n. 1: Corografia;

Tavola n. 2: Inquadramento topografico;

Tavola n. 3: Carta geologica;

Tavola n. 4: Ubicazione prove penetrometriche;

Tavola n. 5: Piano Strutturale Comunale;

Tavola n. 6: Carta del Dissesto;

Tavola n. 7: Vulnerabilità naturale degli acquiferi

### **- Allegato indagini geognostiche;**

### **- Allegato indagine geofisica.**

## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLA ZONA

L'area oggetto del presente studio, denominata ambito **ANS 2.7**, è ubicata a sud-ovest dell'abitato di Pavullo nel Frignano, più precisamente si colloca nelle vicinanze delle località di La Sbrugna, Mediana, Macerato e Il Casolare, ad una quota altimetrica di compresa tra 700 e 725 m s.l.m.

Inoltre, la zona viene anche ubicata sulla Carta Corografica in scala 1:25.000 – *Estratto dalla C.T.R. – Regione Emilia Romagna – Tavole n. 236 NO “Lama Mocogno”, 236 NE “Pavullo nel Frignano”, sulla Carta Topografica in scala 1:10.000 - Estratto dalla C.T.R. – Regione Emilia Romagna – Sezioni 236060 “Montecenere” – 236070 “Pavullo nel Frignano”, che compaiono in allegato.*

## 2. CENNI GEOMORFOLOGICI E GEOLITOLOGICI

Come si denota dalla Carta Geologica in scala 1:10.000 – *Estratto da “Cartografia Geologica – Il Progetto CARG in scala 1:25.000” della Regione Emilia Romagna,* l'area in oggetto si colloca in corrispondenza di terreni appartenenti alle Formazioni della Successione Epiligure e da coperture costituite da depositi quaternari; in particolare si evidenzia la seguente situazione geologica:

- **deposito di versante s.l. (a3):** deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa, a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso. Il deposito è presente in alcuni lembi all'interno dell'ambito

ANS 2.7 dove ricopre parzialmente il Membro di Sassoguidano della Formazione di Pantano (PAT1);

- **conoide torrentizia in evoluzione (i1):** caratterizzata da depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia. Tale unità interessa parzialmente l'ambito ANS 2.7, obliterando PAT1;
- **deposito palustre (f1):** costituito da limi e depositi di materiale organico alloggiati in depressioni per lo più di origine glaciale. Il deposito si rinviene ad est dell'ambito ANS 2.7;
- **Membro di Sassoguidano (PAT1):** appartenente alla Formazione di Pantano si presenta costituito da areniti ibride prevalentemente finissime e fini, a luoghi bioturbate, con stratificazione da media a molto spessa, tabulare ed obliqua a piccola scala, a luoghi poco evidente. Verso l'alto areniti più grossolane e strutture sedimentarie più evidenti. Contatto inferiore discontinuo su CTG. Ambiente di piattaforma interna e di battigia. Potenza variabile da pochissimi metri a 300 m circa. Il membro rappresenta gran parte del substrato del lotto in esame, localmente obliterato dai depositi quaternari, e ad ovest, al di fuori dell'ambito, è in contatto tettonico con il Membro di Montecuccolo (PAT2);
- **Membro di Montecuccolo (PAT2):** anch'esso appartenente alla Formazione di Pantano, è formato da biocalcareniti ed areniti ibride giallastre da fini a grossolane, localmente microconglomeratiche, con stratificazione

prevalentemente obliqua a grande scala; verso l'alto e verso nord areniti più fini e più bioturbate. Contatto inferiore su PAT1, localmente su CTG. Ambiente di piattaforma interna con influssi di marea. Potenza da 0 a 150 m. L'unità affiora in un limitato lembo interno all'ambito in oggetto e, più estesamente, ad ovest del lotto.

Dal punto di vista strutturale la zona circostante l'ambito ANS 2.7 si presenta tettonizzata con vari sistemi di faglie, orientate sia in direzione appenninica sia in direzione antiappenninica. Tali faglie mettono a contatto il Membro di Sassoguidano con il Membro di Montecuccolo ed allo stesso modo dislocano il Membro di Sassoguidano.

Dal punto di vista morfologico l'area in oggetto è condizionata dalla presenza dei litotipi prevalentemente arenacei e dagli allineamenti tettonici; pertanto si registrano nell'intorno dell'area in esame: versanti ad elevata acclività; fenomeni di degradazione delle unità affioranti, con formazione di coltri detritiche e di depositi di versante. Inoltre si nota la presenza di numerosi corsi d'acqua superficiali che si sono sviluppati sui lineamenti tettonici. Ad est dell'ambito, allo sbocco delle valli formate dai sistemi di faglie, è presente un deposito di origine alluvionale che si sviluppa nella parte del versante ad acclività più bassa, sottoforma di conoidi torrentizi.

Più ad est, nell'area compresa tra il lotto e l'abitato di Pavullo, affiorano unità quaternarie e la morfologia si presenta blanda, localmente sub-orizzontale.

Nello specifico, il lotto in esame è caratterizzato da una acclività media di circa 17°, per la presenza di coltri detritiche superficiali, che determinando l'obliterazione del substrato arenaceo, riducono anche la pendenza del versante, che ad ovest del lotto risulta essere nell'ordine dei 36°.

Inoltre, come si denota dalla Tavola n. 6 “CARTA DEL DISSESTO DEL PSC – Estratto dalla Carta del Dissesto, Elaborato QC.B. Tavola n. 3” in scala 1:20.000, conforme alla “Carta del Dissesto” del PTCP 2009 della Provincia di Modena, in corrispondenza, ed immediatamente a sud dell’ambito ANS 2.7, sono presenti aree potenzialmente instabili. Si tratta dei depositi di conoide torrentizia in evoluzione rilevati anche nella carta del CARG, per i quali occorre recepire la normativa specifica del PTCP (art. 27) e le NTA del presente PSC (art. 2.18).

In tali zone è possibile prevedere interventi di natura urbanistica ed edilizia, purché ne sia dettagliatamente e specificamente motivata la necessità e, subordinatamente ad una approfondita verifica della non influenza negativa di tali previsioni sulle condizioni di stabilità del versante e di assenza di rischio per la pubblica incolumità, effettuata sulla base delle metodologie definite con apposita direttiva approvata dalla Provincia in coerenza con i criteri indicati all’art.18 delle Norme di Attuazione del PAI dell’Autorità di Bacino del fiume Po.

Pertanto, nel caso che in sede di piano attuativo si valutasse di inserire anche tali zone come edificabili, occorre produrre la verifica summenzionata; in alternativa le aree interessate dalle conoidi torrentizie possono essere destinate a verde e non alla edificazione.

### **3. CARATTERISTICHE DEL TERRENO**

Per valutare le caratteristiche del terreno si sono considerate n. 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH appositamente eseguite nel Maggio 2008 sull’area di interesse, spinte fino alla profondità di -2,40 m (Prova n. 10) , -6,20 m (Prova n.11)

e -7,60 m (Prova n.12), mediante strumento a sganciamento automatico Pagani Tg 63-100, conforme alle norme ISSMFE 1988, avente le seguenti caratteristiche:

- maglio kg. 63.5
- volata cm. 75
- angolo alla punta 90
- area sezione di punta cmq. 15

L'ubicazione delle prove e i relativi diagrammi penetrometrici compaiono in allegato.

Sulla base dei dati desunti dalle prove penetrometriche, appare possibile schematizzare la seguente stratigrafia media:

#### **Prova n. 10**

dal p.c.	a -0.40 m	terreno vegetale;
da -0.40 m	a -1,00 m	arenarie superficialmente alterate, variamente compatte;
da -1.00 m	a -2.40 m	formazione arenacea pelitica da alterata a compatta.

#### **Prova n. 11**

dal p.c.	a - 0.20 m	terreno vegetale;
da - 0.20 m	a - 5.60 m	deposito fluvio-torrentizio di conoide, alterato, da poco a mediamente consolidato;
da -5.60 m	a - 6.20 m	formazione arenacea compatta.

#### **Prova n. 12**

dal p.c.	a -1.20 m	terreno vegetale e deposito fluvio-torrentizio non consolidato
da -1.20 m	a -3.40 m	deposito fluvio torrentizio scarsamente consolidato;
da -3.40 m	a -7.20 m	formazione arenacea pelitica, variamente consolidata;
da -7.20 m	a -7.60 m	formazione arenacea litoide.

Le prove n. 11 e 12 hanno evidenziato la presenza di una coltre di deposito fluvio-torrentizio costituito da limi e depositi di materiale organico, seguite dalla formazione arenacea. Nella prova n. 10 non si rileva la presenza del deposito fluvio-torrentizio, ma compare subito la formazione arenaceo pelitica. I valori di Resistenza alla Penetrazione dinamica in MPa, sono riportati di seguito e distinti per le tre prove effettuate:

**Prova n. 10:**

*terreno vegetale: 0.7 MPa;*

*arenarie superficialmente alterate, variamente compatte: 1.5 - 8.8 MPa;*

*formazione arenacea pelitica da alterata a compatta: 16.2 - 31.5 MPa.*

**Prova n. 11**

*terreno vegetale: 0.7 MPa;*

*deposito fluvio torrentizio alterato da poco a mediamente consolidato: 1.0 - 2.2 MPa;*

*formazione arenacea compatta: 16.8 - 24.8 MPa.*

**Prova n. 12**

*terreno vegetale e deposito fluvio-torrentizio: 0.7 MPa;*

*deposito fluvio-torrentizio scarsamente consolidato: 1.4 - 2.7 MPa;*

*formazione arenacea pelitica, variamente consolidata: 2.8 - 6.7 MPa;*

*formazione arenacea litoide: 11.8 - 23.5 MPa.*

Dal punto di vista geotecnico, le prove penetrometriche n. 11-12 hanno messo in evidenza la presenza di un deposito superficiale fluvio-torrentizio avente

caratteristiche geotecniche scadenti, localmente molto scadenti, a conferma di quanto pianificato dal PTCP e dal PSC per questo zone di conoide.

Pertanto occorre prevedere, per quanto riguarda la pianificazione attuativa del lotto e la progettazione definitiva, la realizzazione di indagini specifiche volte all'approfondimento delle caratteristiche geotecniche dell'area. Nelle aree caratterizzate da scadenti parametri geotecnici, si consigliano fondazioni profonde.

Nel corso delle indagini non si è rilevata acqua nei fori di prova.

Al termine delle prove sono stati messi in posa n. 3 piezometri da 20 mm in PVC per la misura del livello idrostatico nel tempo, rimossi nel periodo immediatamente successivo all'esecuzione delle prove, nel corso di lavori agricoli. Pertanto non è stato possibile misurare i livelli di falda successivamente all'esecuzione delle indagini. Occorrerà pertanto prevedere il monitoraggio dell'acqua di falda, in sede di elaborazione dei piani attuativi e dei progetti esecutivi.

Particolare attenzione andrà tenuta, infine, per i tagli e gli scavi che si andranno a realizzare in sede esecutiva nel versante; preventivamente occorrerà valutare, attraverso relazione specifica, la stabilità di tali lavorazioni, prevedendo eventuali accorgimenti tecnici quali armature temporanee dei fronti di scavo, palancolate, allontanamento delle acque.

La fascia nord dell'ambito in oggetto si colloca all'interno di un'area di alimentazione di sorgenti captate per uso acquedottistico (Tav. 7); in particolare, tale porzione interessa aree caratterizzate da classi di vulnerabilità naturale dell'acquifero da bassa ad alta, e solo il confine nord-orientale del lotto presenta una classe di vulnerabilità elevata. A fronte di una situazione di questo tipo è possibile una qualche interferenza che possa creare criticità alla sorgente. Si prescrive pertanto quanto segue:

- la stretta fascia posta lungo il confine nord-orinetale del lotto, caratterizzata da classe di vulnerabilità elevata, non è compatibile con trasformazioni del territorio e pertanto dovrà essere esclusivamente destinata ad area verde;
- nella parte restante dell'areale in esame interessato da zona di tutela della sorgente, il sistema fognario dovrà essere dotato di doppia rete, per lo smaltimento separato delle acque bianche e delle acque nere;
- tali condutture fognarie dovranno essere realizzate perfettamente a tenuta, e munite di adeguati pozzetti di ispezione;
- in sede di POC occorrerà valutare la necessità di predisporre apposite e periodiche prove di tenuta, secondo la normativa vigente, a cura di ditta abilitata, con rilascio di certificato;

#### **4.CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRENO (Categoria sismica del suolo)**

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni, ha introdotto in Italia la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni dal punto di vista sismico, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo delle velocità delle onde di taglio Vs degli strati del terreno presenti nel sito di studio, fino alla profondità di almeno 30 metri dal piano campagna.

La normativa, sulla base del suddetto profilo, fornisce una classificazione dei suoli suddivisa nelle tipologie A, B, C, D, E ed S1, S2.

Per misurare le velocità delle onde di taglio si possono eseguire prospezioni sismiche mediante stendimenti superficiali, utilizzando geofoni verticali ed acquisendo i segnali dei microtremori, rifratti, ambientali.

Questa tecnica, nota con la sigla Re.Mi (Refraction Microtremors), permette di ricostruire il profilo verticale delle Vs con procedimenti di modellazione diretta delle velocità di fase delle onde relative ai rumori sismici locali, rifratte alla superficie.

Nell'approccio teorico si utilizzano le onde superficiali di Rayleigh per la determinazione dei parametri di comportamento meccanico dei terreni a bassi livelli di deformazione, modulo di taglio e coefficiente di smorzamento, e si basa sulle proprietà dispersive che queste onde subiscono durante l'attraversamento di tali terreni.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde Rayleigh, *Velocità/frequenza* può essere convertito mediante opportuno software in profilo *Velocità/profondità*.

La metodologia permette di raggiungere livelli di profondità generalmente compresi fra 1/4 e 1/3 della lunghezza dello stendimento dei geofoni, ma anche a profondità maggiori grazie ad interpolazione delle curve di dispersione.

Lo studio analitico del metodo ReMi consente di operare favorevolmente in ambienti fortemente inquinati da rumori urbani e/o industriali.

Una volta determinate le velocità delle onde di taglio fino alla massima profondità raggiunta, si calcola una media pesata dei valori delle Vs di ogni strato per una profondità di 30 metri dal piano campagna e con tale parametro è possibile catalogare il sito nella classe di riferimento dell'ordinanza in oggetto.

Nel caso presente l'indagine sismica è stata eseguita utilizzando 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 14 Hz, fissati al terreno ad intervalli regolari di 5 metri per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 115 metri.

I dati sono stati registrati mediante un sismografo ABEM (Seistronix) RAS 24 con filtri disinseriti, velocità di campionamento (sample rate) di 2 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di 30 secondi.

Tale valore, nell'area indagata, per la classificazione sismica dei terreni di fondazione seguendo le indicazioni del D.M. 14/01/2008, è risultata di **611 m/s**. Pertanto secondo la classificazione del suolo, sulla base della nuova normativa sismica per gli edifici (**D.M. 14/01/2008**) in base ai dati ottenuti dall'indagine sismica con tecnica Re.Mi in sito si classifica il terreno di fondazione come appartenente alla categoria **B** corrispondente a rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra **360 m/s** e **800 m/s** ( $N_{SPT} > 50$  nei terreni a grana grossa,  $c_u > 250$  KPa nei terreni a grana fine).

## **5. MICROZONAZIONE SISMICA: STUDI DI PRIMO LIVELLO**

L'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna con deliberazione n.112-oggetto n°2131 del 02/05/2007 ha approvato l'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della LR 20/2000: "*Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*" e dei suoi allegati.

In tale documento sono forniti i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la micro zonazione sismica del territorio con particolare riguardo alla tipologia ed al livello di approfondimento degli studi da effettuare per una migliore definizione della risposta sismica locale.

È ormai accertato da numerosi studi a livello internazionale che, a parità di magnitudo e localizzazione della sorgente sismica (ipocentro), terreni a caratteristiche fisico meccaniche diverse subiscono deformazioni di intensità differente. Strumentalmente, ciò è rilevabile attraverso la modifica del moto sismico (*accelerogramma o spettro di risposta elastico*) impressa in termini di accelerazione in un dato periodo di tempo. Infatti il moto sismico, impresso alle particelle, si propaga in modo contiguo nel terreno ampliandosi o smorzandosi in funzione del grado di addensamento e viscosità del materiale attraversato, caratterizzandosi per velocità delle onde di taglio ( $V_{sh}$ ), più veloci tanto quanto il mezzo attraversato è addensato.

Risulta di primaria importanza per una attenta analisi della risposta sismica locale, un'accurata indagine di campagna finalizzata alla definizione delle proprietà di seguito elencate:

*Indagine geologica e geomorfologia classica:*

- a) stratigrafia delle formazioni superficiali con definizione del contatto tra copertura superficiale e bedrock;
- b) Morfologia di dettaglio dell'area con rilievo delle forme lineari o strutturali che possono generare amplificazione del moto sismico.

*Studi geofisici specifici:*

- c) Profili di velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s$  e longitudinali dentro le formazioni superficiali.

## **5.1 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO: Carta delle aree suscettibili di effetti locali**

Il primo livello di approfondimento raggruppa gli studi e la cartografia di base propedeutica alla redazione della “*Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali*” in cui sono evidenziate le zone caratterizzate da differenti scenari di pericolosità locale con indicazione degli effetti locali attesi.

A tale scopo la Provincia di Modena, nella sede del Nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) ha redatto la “Carta Provinciale delle aree suscettibili di effetti locali” in cui tutto il territorio provinciale è stato suddiviso in aree che necessitano o meno un approfondimento, questa rappresenta la sintesi delle conoscenze a livello geologico – geomorfologico e di tipo urbanistico dalla cui integrazione delle informazioni si produce una prima zonizzazione delle aree potenzialmente soggette ad amplificazione di effetto locale a cui si associa un effetto atteso (liquefazione, cedimento, amplificazione del moto etc.).

Tale elaborato di sintesi è propedeutico per la scelta della tipologia di studio e per decidere a quale livello di approfondimento attenersi al fine di meglio caratterizzare una determinata area dal punto di vista sismico (micro zonazione). Sulla base di questa metodologia è stata redatta una cartografia di dettaglio a scala 1:5000 su ogni area comunale urbanizzata od urbanizzabile ed aree significativamente contermini.

## **6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA – EFFETTI LOCALI**

L'ambito di nuovo inserimento ANS 2.7 si colloca nel Piano Strutturale Comunale (L.R. 20/2000) all'interno della "Carta Comunale delle aree suscettibili di effetti locali", in particolare nell'Elaborato QC. B. TAV. 5.2\_Pavullo Sud, in scala 1:5.000.

Come si denota dalla Tavola n. 5 – Estratto da "Carta Comunale delle aree suscettibili di effetti locali", all'interno dell'ambito ANS 2.7 sono state identificate le seguenti aree:

### **– Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali.**

Depositi del substrato caratterizzati da Vs30 maggiore/uguale a 800 m/s; effetti attesi: teoricamente nessuno;

studi: indagini per caratterizzare Vs30: in caso Vs30 maggiore/uguale di 800 m/s: nessuna ulteriore indagine, in caso Vs30 minore di 800 m/s: valutazione amplificazione.

Studi: indagini per caratterizzare Vs30: in caso Vs30 maggiore/uguale di 800 m/s: non è richiesta nessuna ulteriore indagine, in caso Vs30 minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico;

micro zonazione sismica: non richiesta nel primo caso, nel secondo caso: approfondimenti del II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di micro zonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

### **– Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche.**

Studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico;

micro zonazione sismica: approfondimenti di II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche, lo studio di micro zonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.

**Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche topografiche.**

Studi: indagini per caratterizzare Vs30 e valutazione del coefficiente di amplificazione topografico; in caso Vs30 maggiore/uguale di 800 m/s è sufficiente la sola valutazione del coefficiente di amplificazione topografico, in caso di Vs30 minore di 800 m/s occorre valutare anche il coefficiente di amplificazione litologico;

micro zonazione sismica: valutazione degli effetti della topografia; in caso Vs30 minore di 800 m/s valutazione anche del coefficiente di amplificazione litologico.

**Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche.**

Studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico;

micro zonazione sismica: approfondimenti di II livello.

**Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche.**

Studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudo statiche;

micro zonazione sismica: approfondimenti di III livello.

**7.MICROZONAZIONE SISMICA: STUDI DI SECONDO LIVELLO**

Una volta identificati gli scenari che individuano il livello di approfondimento del lotto in oggetto, trattandosi di zona potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche si è valutato anche il coefficiente di amplificazione. A tal fine è fondamentale ricostruire il modello sismostratigrafico dell'area utilizzando specifiche indagini geognostiche dirette (prove penetrometriche o carotaggi) e opportune indagini geofisiche per la caratterizzazione degli spessori di copertura e della velocità delle onde di propagazione di taglio all'interno di tali depositi ( $V_{sh}$ ).

Margine Appenninico – Padano  $V_s < 800$  m/s; spessore detritico medio 5,0 m.

**Fattori di Amplificazione per caratteristiche litologiche**

F.A. di P.G.A. **1.7**

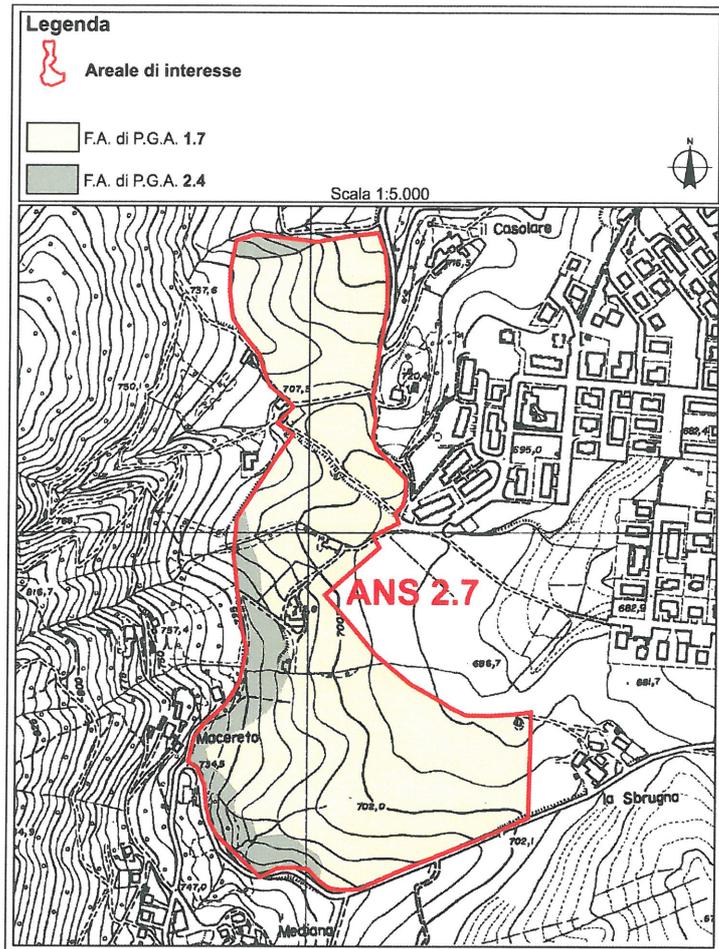
F.A. I.S.  $0.1s < T_0 < 0.5s$  **1.5**

F.A. I.S.  $0.5s < T_0 < 1.0s$  **1.4**

**Fattori di Amplificazione per caratteristiche topografiche**

Area di versante **St 1.4**

Carta di Microzonazione Sismica:



## 8. CONCLUSIONI

In base alle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, l'ambito ANS 2.7 risulta **edificabile con prescrizioni**. In particolare:

- per le zone interessate da potenziale instabilità in sede di POC sarà necessario effettuare valutazioni del grado di stabilità in condizioni dinamiche e/o pseudostatiche;
- per quanto riguarda la microzonazione sismica, in sede di POC sarà necessario condurre approfondimenti di III livello, come prescritto dalla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2/5/2007;
- parte dell'ambito è interessato dalla presenza di conoidi torrentizie attive, individuate anche nel PTCP; pertanto per rendere edificabili le zone di conoide occorre realizzare la verifica prevista dalle NTA del PTCP (art. 27) come indicato nel paragrafo 2 del presenta rapporto geologico; in alternativa è possibile destinare tali zone a verde pubblico o privato, parcheggi e dotazioni;
- dal punto di vista geotecnico le prove hanno individuato orizzonti appartenenti alle conoidi torrentizie attive, contraddistinte da scadenti parametri geotecnici, per spessori rilevanti. Pertanto in tale zone si è a consigliare la realizzazione di fabbricati su fondazioni profonde, da definire in sede di progettazione esecutiva, in seguito all'esecuzione di mirate indagini geognostiche in sito;
- nel corso della pianificazione attuativa e della progettazione esecutiva occorrerà prevedere anche un adeguato monitoraggio delle falde sotterranee;
- l'ambito si colloca per buona parte all'interno di un'area di alimentazione di sorgenti captate per uso acquedottistico (Tav. 7); occorrerà pertanto recepire

le prescrizioni indicate nel paragrafo 3 del presente elaborato, volte alla tutela dell'integrità della sorgente.

- Pertanto Viene fatto divieto di interessare con l'edificazione le aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero "molto elevata" ed "elevata". Nelle aree a vulnerabilità alta, media e bassa l'ambito dovrà essere dotato di sistema fognario a perfetta tenuta con doppia rete (acque bianche e acque nere) e le acque nere dovranno essere veicolate al sistema di depurazione
- Per l'inserimento dell'ambito nel Piano Operativo Comunale si dovranno implementare gli studi geologici e sismici previsti dalla L.R. 19/2008 – D.A.L. 112/2007, tale approfondimento dovrà essere soggetto alla verifica di cui all'art. 5 della L.R. 19/2008.

Castelnuovo Rangone, gennaio 2011

Dott. Fabrizio Anderlini

***ALLEGATO CARTOGRAFICO***

# COROGRAFIA

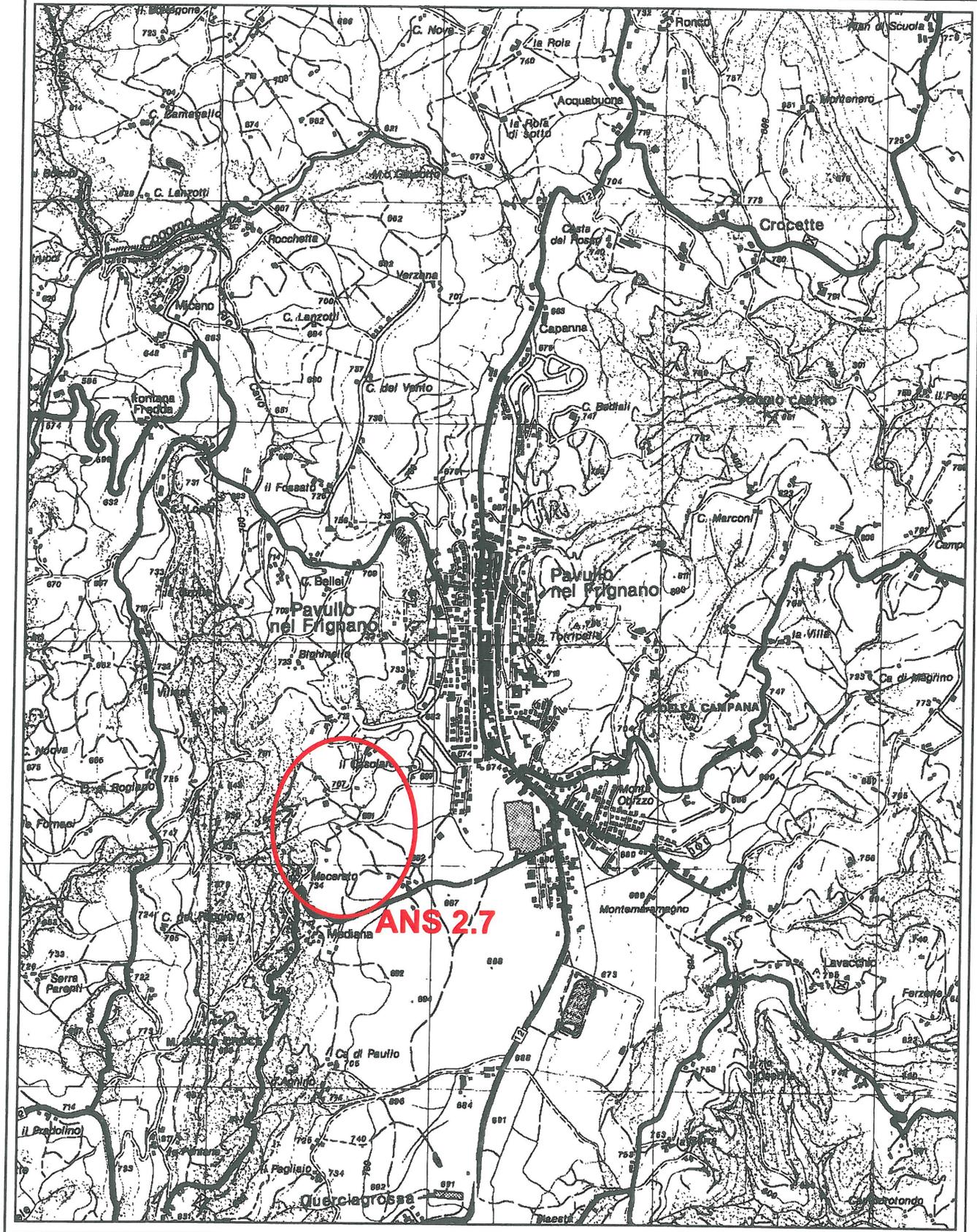
Estratto dalla C.T.R. - R.E.R. - Tavole 236NE "Pavullo nel Frignano" e 236NO "Lama Mocogno"

Scala 1:25.000

Legenda



Ubicazione area in esame



# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

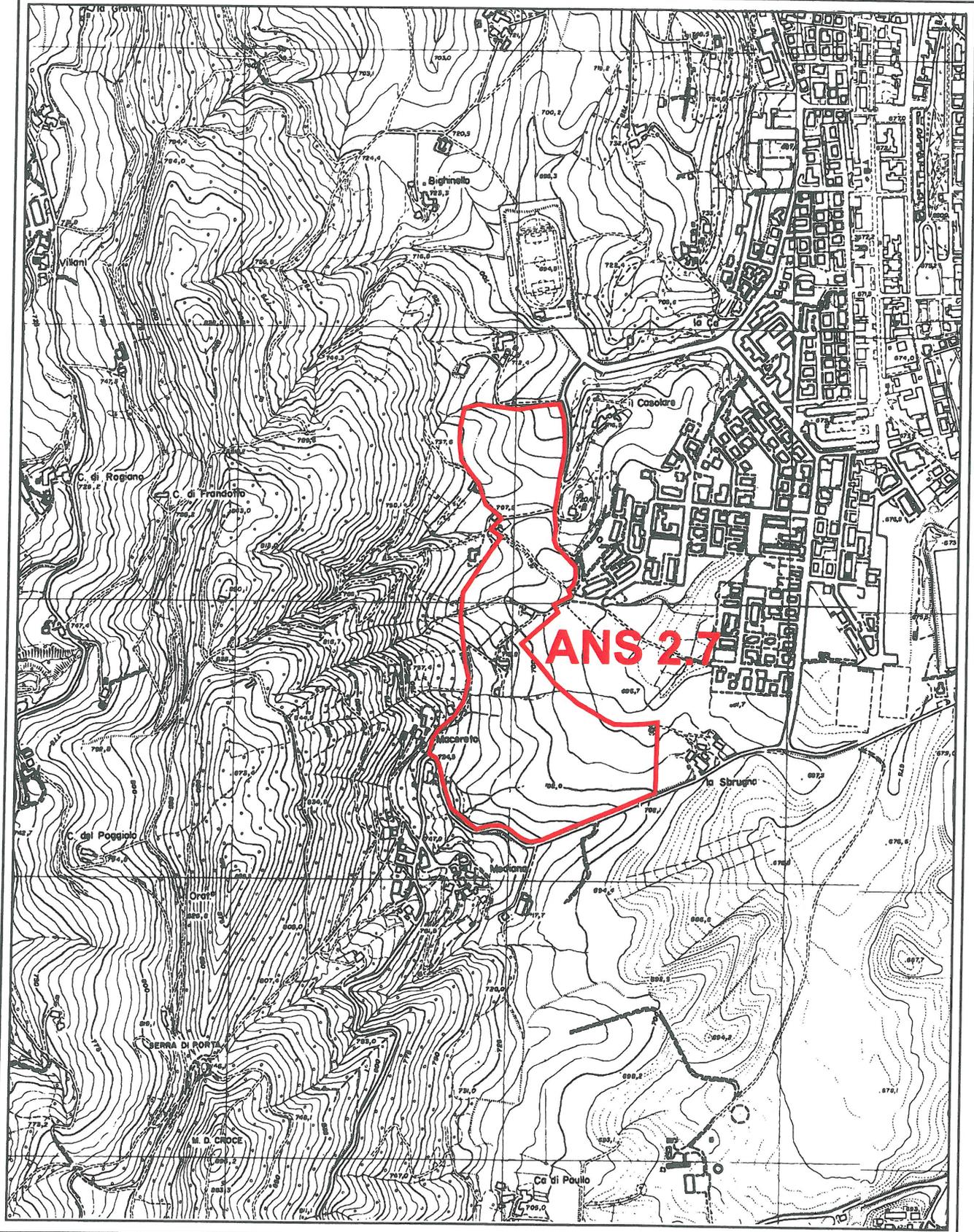
Estratto dalla C.T.R. - R.E.R. - Sezioni 236060 "Montecenerè" - 236070 "Pavullo n/F."

Scala 1:10.000

Legenda



Ubicazione area in esame



# CARTA GEOLOGICA

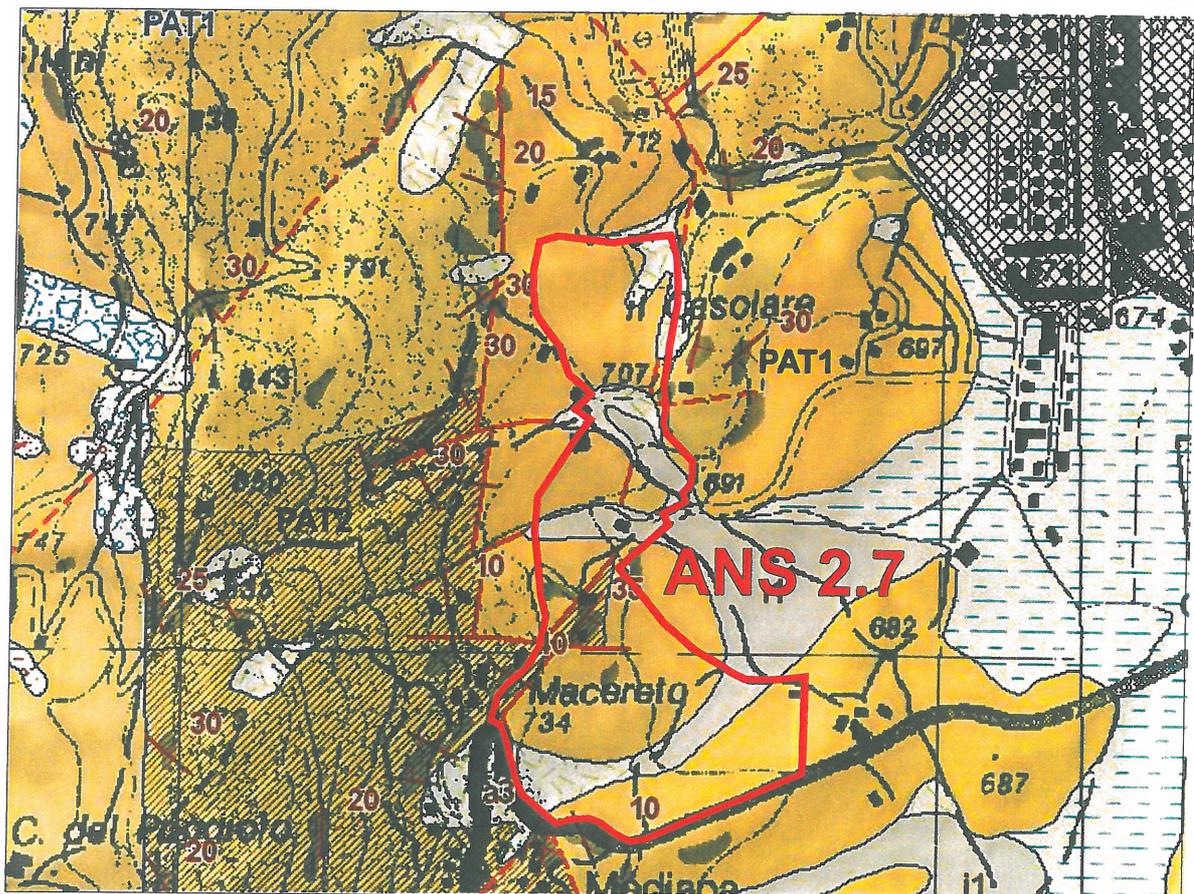
Estratto da "Cartografia Geologica - Il Progetto CARG in scala 1:25.000" - Regione Emilia-Romagna  
Fonte: <http://geo.regione.emilia-romagna.it>

Scala 1:10.000

-  **Faglia**
-  **a3 - Deposito di versante s.l.**  
Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.
-  **i1 - Conoide torrentizia in evoluzione**  
Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia.
-  **f1 - Deposito palustre**  
Limi e depositi di materiale organico alloggiati in depressioni per lo più di origine glaciale.
-  **PAT1 - Membro di Sassoguidano**  
Areniti ibride prevalentemente finissime e fini, a luoghi bioturbate, con stratificazione da media a molto spessa, tabulare ed obliqua a piccola scala, a luoghi poco evidente. Verso l'alto areniti più grossolane e strutture sedimentarie più evidenti. Contatto inferiore discontinuo su CTG. Ambiente di piattaforma interna e di battigia. Potenza variabile da pochissimi metri a 300 m circa.
-  **PAT2 - Membro di Montecuccolo**  
Biocalcareni ed areniti ibride giallastre da fini a grossolane, localmente microconglomeratiche, con stratificazione prevalentemente obliqua a grande scala; verso l'alto e verso nord areniti più fini e più bioturbate. Alla base può essere talora presente una lente di spessore massimo di circa 10m costituita da breccie in prevalenza calcaree (bc1) a stratificazione mal visibile. Contatto inferiore su PAT1, localmente su CTG. Ambiente di piattaforma interna con influssi di marea. Potenza da 0 a 150 m.



Ubicazione area in esame



UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

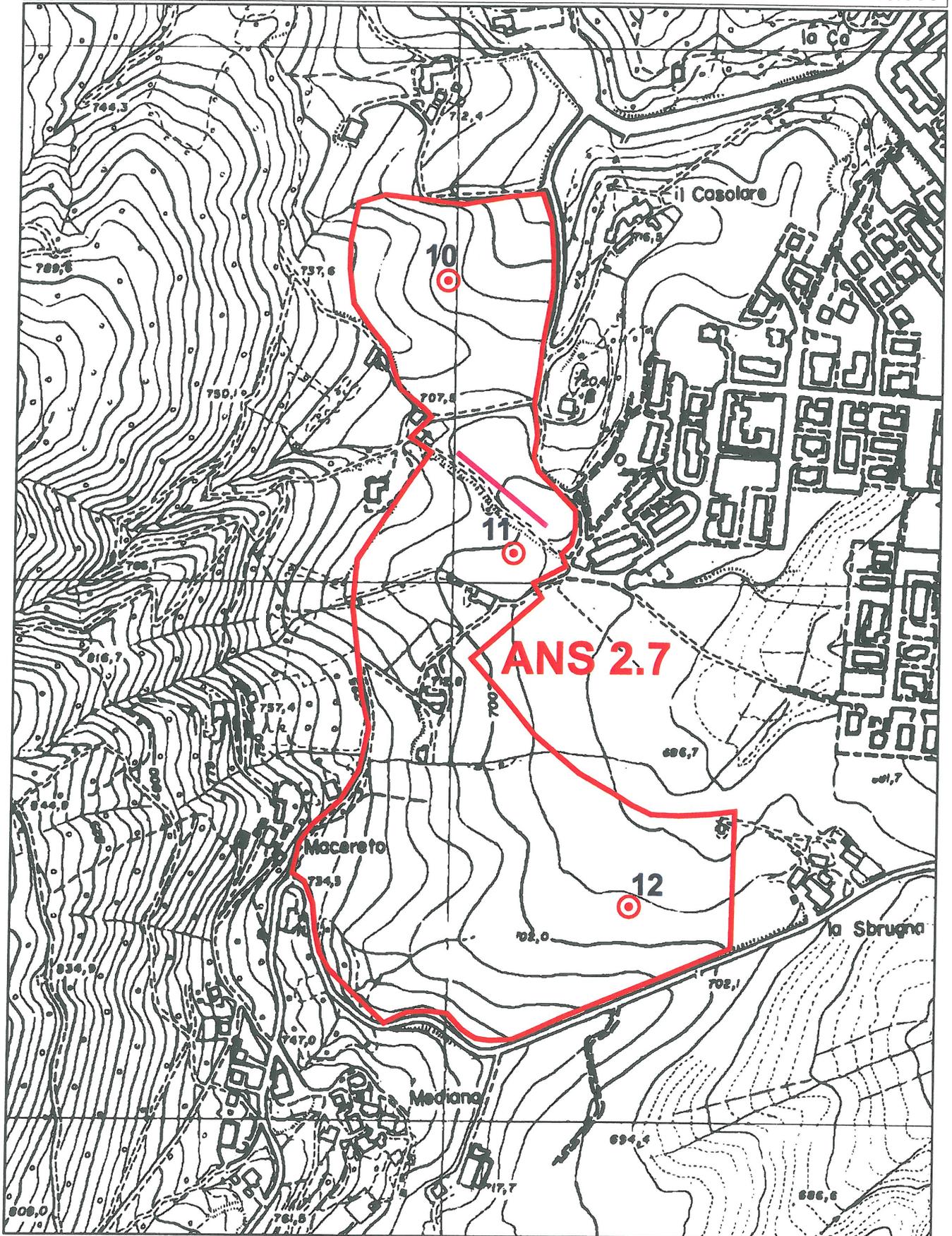
Legenda

○ Ubicazione prove penetrometriche

— Indagine Sismica

⬮ Ubicazione area in esame

Scala 1:5.000



# Piano Strutturale Comunale

Estratto da "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali"  
Elaborato QC.B.TAV.5.2\_Pavullo sud

Scala 1:5.000

 Ubicazione area in esame

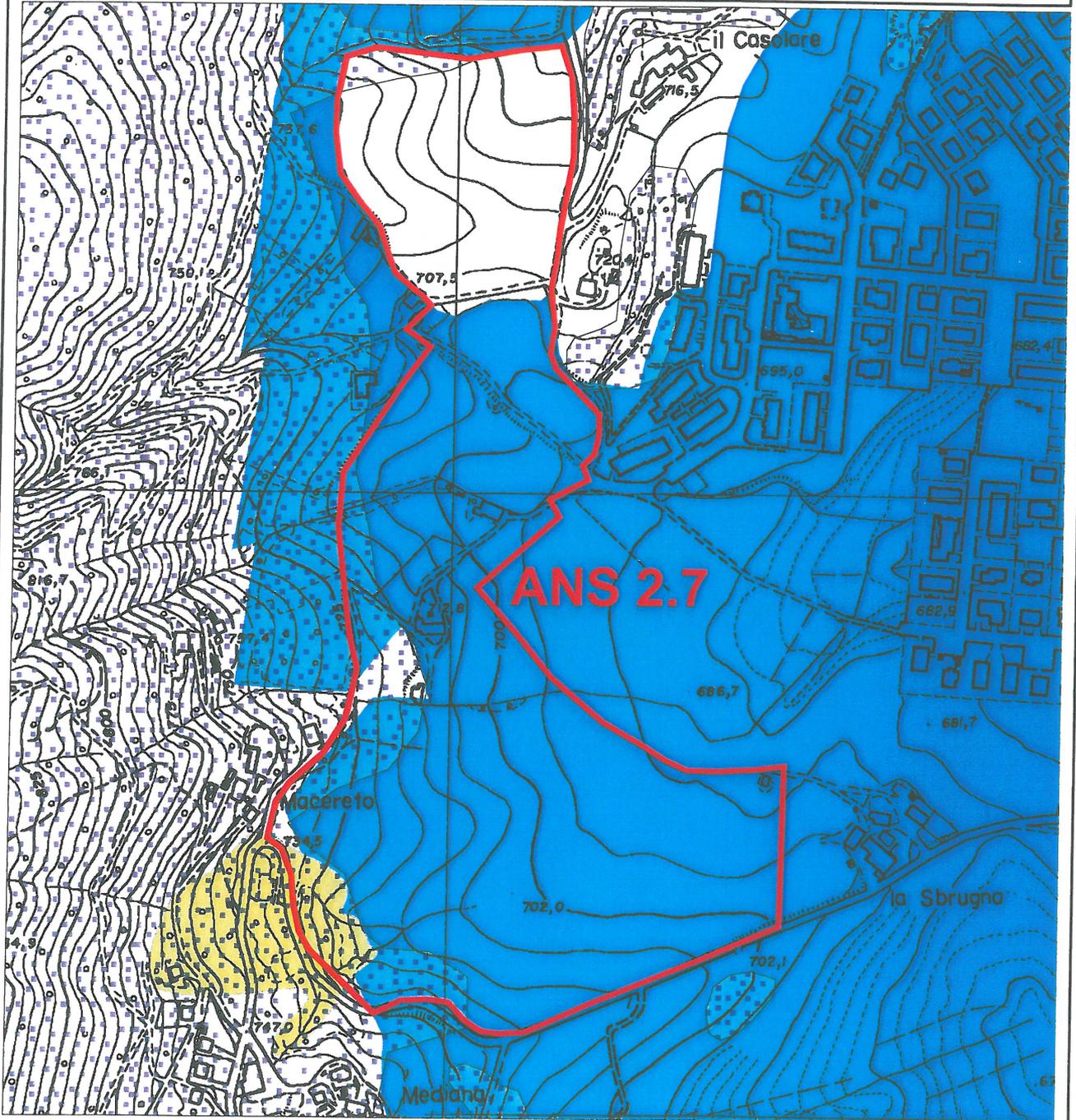
 Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche

 Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

 Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche

 Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali

 Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche topografiche



# CARTA DEL DISSESTO DEL PSC

Estratto dal PSC "CARTA DEL DISSESTO - Elaborato QC.B. Tav. 3"



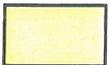
Ubicazione area in esame



Aree interessate da frana attive  
PSC art. 2.17

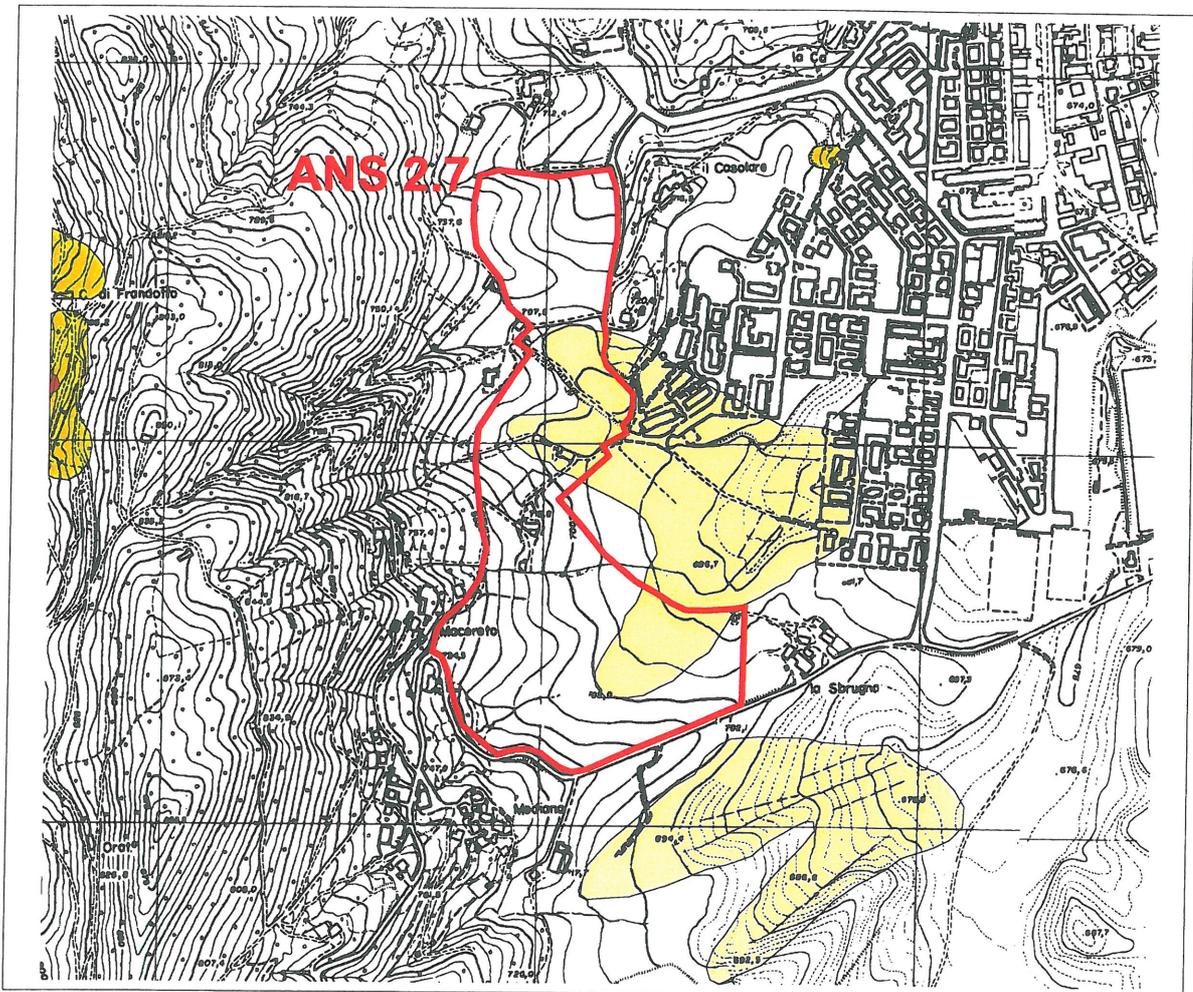


Aree interessate da frana quiescenti  
PSC art. 2.17



Aree potenzialmente instabili  
PSC art. 2.18

Scala 1:5.000



# VULNERABILITA' NATURALE DEGLI ACQUIFERI

Estratto dal PSC Comunale - Quadro Conoscitivo - Tav. n. 8

Scala 1:10.000

Legenda



Ubicazione area in esame

Legenda

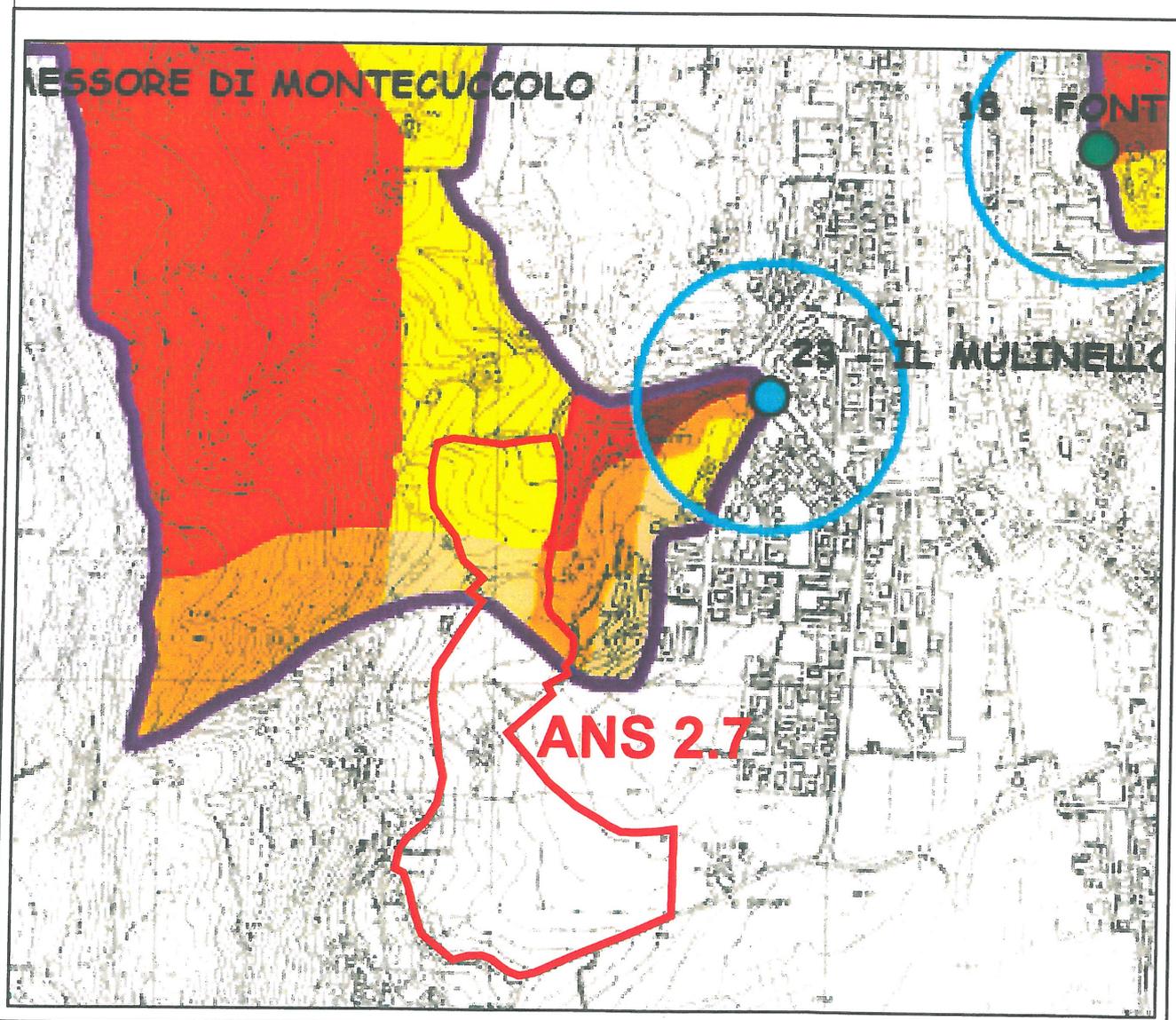
Sorgenti

- Idropotabile (Acquedotto pubblico)
- Idropotabile (Consorzio o Soggetto Privato)
- Idropotabile (Fontana)
- Idropotabile (Dismissa)
- Altri Usi
- Zona di rispetto (200 m.)

- Bacini di alimentazione
- Aree di alimentazione

Classi di vulnerabilità

- bassa
- media
- alta
- elevata
- molto elevata



***ALLEGATO INDAGINI GEOGNOSTICHE***

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	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 : DPSH (S. Heavy)

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 0,0020 m <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 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

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ	$= (MH)/(A\delta) = 1,17$ MPa	( prova SPT : Qspt = 0,77 MPa )
COEFF.TEORICO RENDIMENTO	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$	( 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 = massa battente (altezza caduta H)  
P = massa totale aste e sistema battuta

#### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 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

DIN 10

- committente : Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)  
- lavoro : PSC Comune di Pavullo  
- località : Ambito ANS2.7, Comune di Pavullo (MO)  
- sperimentatore : Dott. Geol. Francesco Dettori

- data prova : 28/05/2008  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/05/2008  
- pagina n°: 1/2

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	1	0,7	1	1,20 - 1,40	30	20,3	2
0,20 - 0,40	1	0,7	1	1,40 - 1,60	30	20,3	2
0,40 - 0,60	2	1,5	1	1,60 - 1,80	34	23,0	2
0,60 - 0,80	7	5,1	1	1,80 - 2,00	40	25,2	3
0,80 - 1,00	13	8,8	2	2,00 - 2,20	44	27,7	3
1,00 - 1,20	24	16,2	2	2,20 - 2,40	50	31,5	3

*PROVE PENETROMETRICHE srl*  
ELABORAZIONE DATI  
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

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

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

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 10

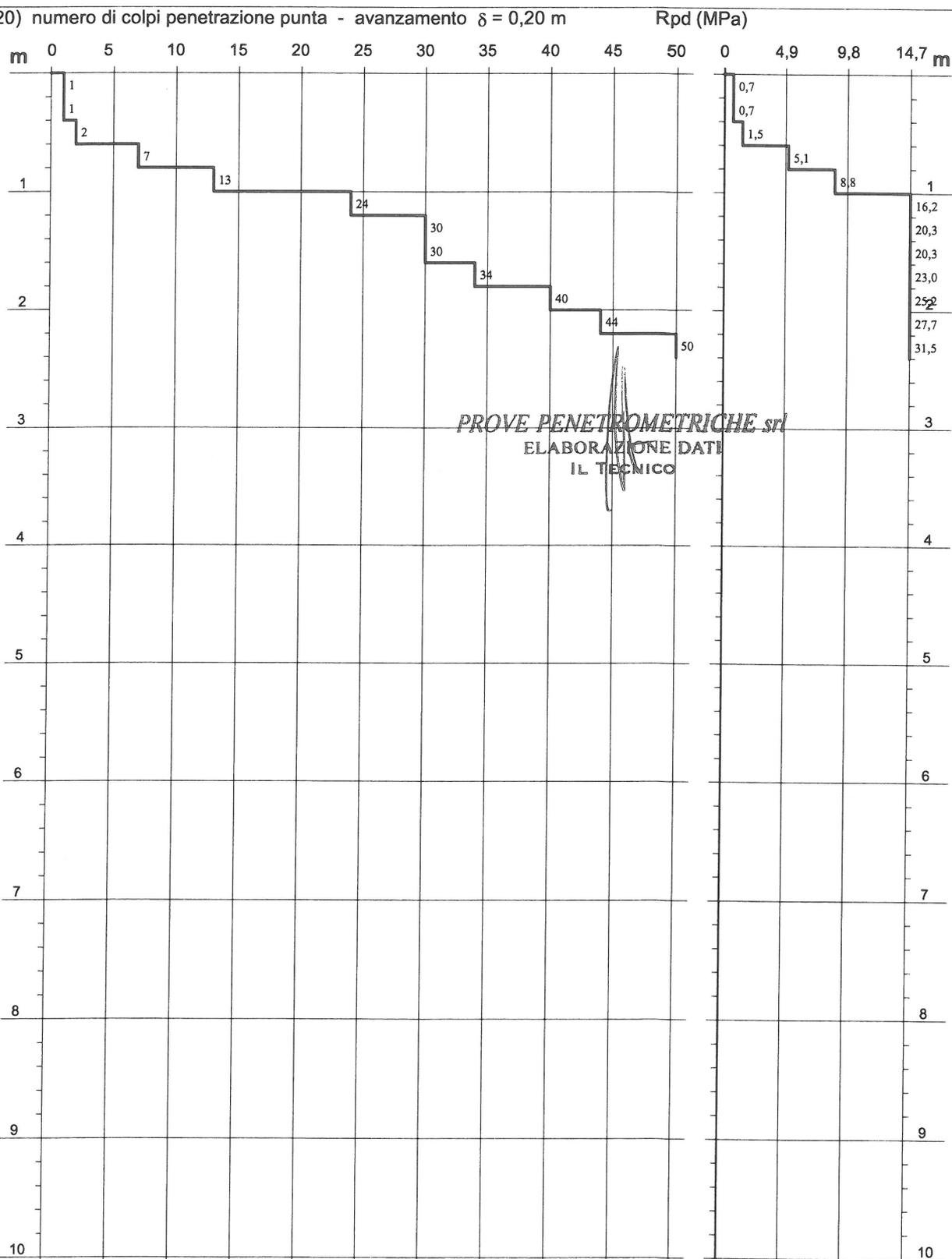
Scala 1: 50

- committente : Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)  
- lavoro : PSC Comune di Pavullo  
- località : Ambito ANS2.7, Comune di Pavullo (MO)  
- sperimentatore : Dott. Geol. Francesco Dettori

- data prova : 28/05/2008  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/05/2008  
- pagina n°: 2/2

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 0,20$  m





## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 11

- committente :	Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)	- data prova :	28/05/2008
- lavoro :	PSC Comune di Pavullo	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Ambito ANS2.7, Comune di Pavullo (MO)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- sperimentatore :	Dott. Geol. Francesco Dettori	- data emiss. :	28/05/2008
		- pagina n°:	1/2
- note :	Inserito piezometro a -6.0 m		

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	1	0,7	1	3,20 - 3,40	3	1,8	4
0,20 - 0,40	3	2,2	1	3,40 - 3,60	3	1,8	4
0,40 - 0,60	2	1,5	1	3,60 - 3,80	3	1,8	4
0,60 - 0,80	2	1,5	1	3,80 - 4,00	4	2,2	5
0,80 - 1,00	3	2,0	2	4,00 - 4,20	4	2,2	5
1,00 - 1,20	3	2,0	2	4,20 - 4,40	4	2,2	5
1,20 - 1,40	2	1,4	2	4,40 - 4,60	4	2,2	5
1,40 - 1,60	3	2,0	2	4,60 - 4,80	4	2,2	5
1,60 - 1,80	2	1,4	2	4,80 - 5,00	4	2,1	6
1,80 - 2,00	2	1,3	3	5,00 - 5,20	2	1,0	6
2,00 - 2,20	3	1,9	3	5,20 - 5,40	2	1,0	6
2,20 - 2,40	3	1,9	3	5,40 - 5,60	6	3,1	6
2,40 - 2,60	2	1,3	3	5,60 - 5,80	32	16,8	6
2,60 - 2,80	3	1,9	3	5,80 - 6,00	49	24,3	7
2,80 - 3,00	3	1,8	4	6,00 - 6,20	50	24,8	7
3,00 - 3,20	3	1,8	4				

*PROVE PENETROMETRICHE srl*  
ELABORAZIONE DATI  
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**  
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**  
- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 11

Scala 1: 50

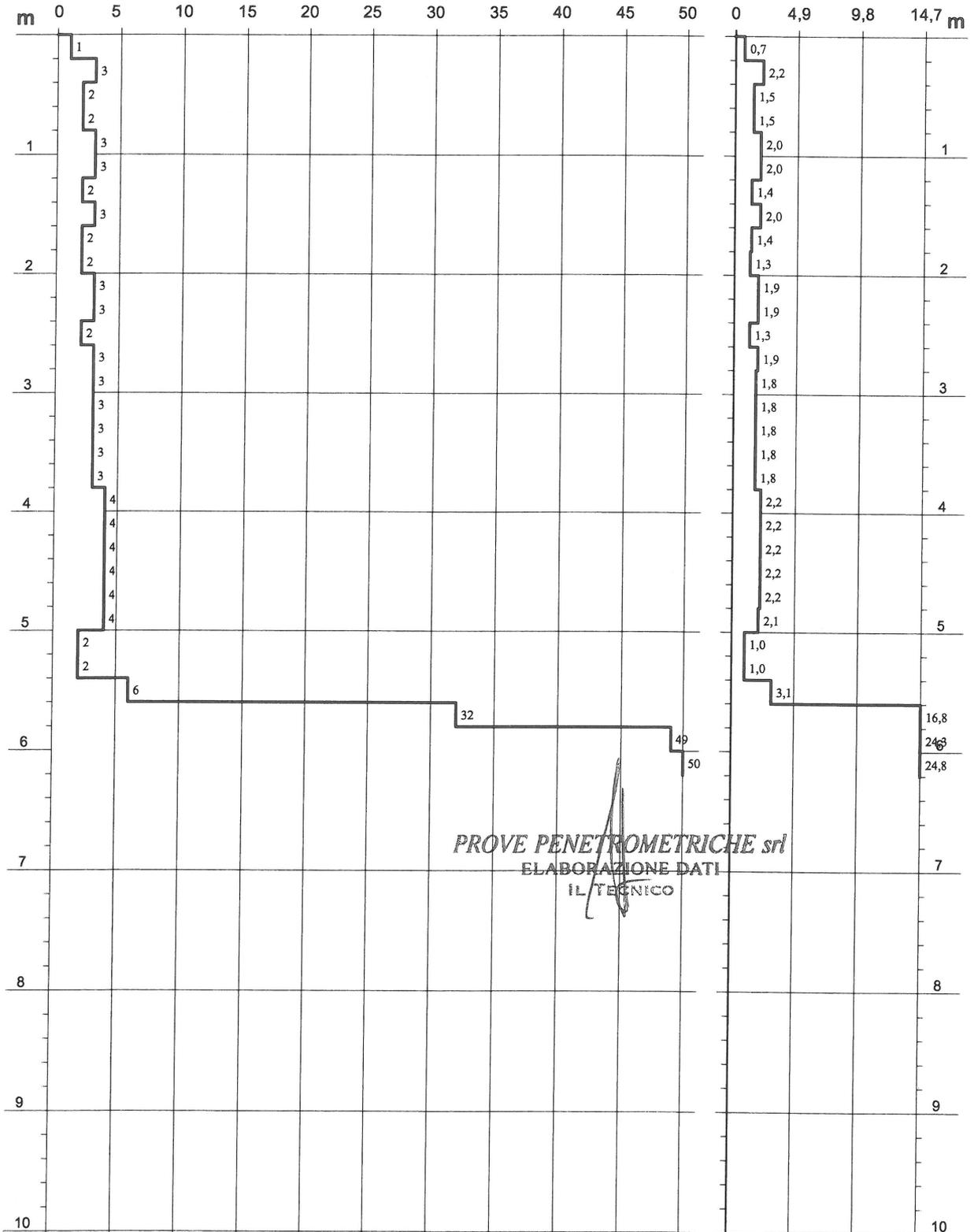
- committente : Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)  
- lavoro : PSC Comune di Pavullo  
- località : Ambito ANS2.7, Comune di Pavullo (MO)  
- sperimentatore : Dott. Geol. Francesco Dettori

- data prova : 28/05/2008  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/05/2008  
- pagina n°: 2/2

- note : Inserito piezometro a -6.0 m

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 0,20$  m

Rpd (MPa)



PROVE PENETROMETRICHE srl  
ELABORAZIONE DATI  
IL TECNICO

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 12

- committente :	Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)	- data prova :	28/05/2008
- lavoro :	PSC Comune di Pavullo	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Ambito ANS2.7 - Comune di Pavullo (MO)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- sperimentatore :	Dott. Geol. Francesco Dettori	- data emiss. :	28/05/2008
- note :	Inserito piezometro a -7.5 m	- pagina n°:	1/2

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(MPa)	asta
0,00 - 0,20	1	0,7	1	3,80 - 4,00	6	3,3	5
0,20 - 0,40	1	0,7	1	4,00 - 4,20	5	2,8	5
0,40 - 0,60	1	0,7	1	4,20 - 4,40	7	3,9	5
0,60 - 0,80	1	0,7	1	4,40 - 4,60	11	6,1	5
0,80 - 1,00	1	0,7	2	4,60 - 4,80	12	6,7	5
1,00 - 1,20	1	0,7	2	4,80 - 5,00	10	5,2	6
1,20 - 1,40	2	1,4	2	5,00 - 5,20	9	4,7	6
1,40 - 1,60	2	1,4	2	5,20 - 5,40	8	4,2	6
1,60 - 1,80	4	2,7	2	5,40 - 5,60	9	4,7	6
1,80 - 2,00	3	1,9	3	5,60 - 5,80	7	3,7	6
2,00 - 2,20	3	1,9	3	5,80 - 6,00	7	3,5	7
2,20 - 2,40	4	2,5	3	6,00 - 6,20	5	2,5	7
2,40 - 2,60	3	1,9	3	6,20 - 6,40	5	2,5	7
2,60 - 2,80	3	1,9	3	6,40 - 6,60	7	3,5	7
2,80 - 3,00	3	1,8	4	6,60 - 6,80	8	4,0	7
3,00 - 3,20	3	1,8	4	6,80 - 7,00	6	2,8	8
3,20 - 3,40	3	1,8	4	7,00 - 7,20	6	2,8	8
3,40 - 3,60	6	3,5	4	7,20 - 7,40	25	11,8	8
3,60 - 3,80	6	3,5	4	7,40 - 7,60	50	23,5	8

*PROVE PENETROMETRICHE srl*  
ELABORAZIONE DATI  
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **0,0020 m<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 12

Scala 1: 50

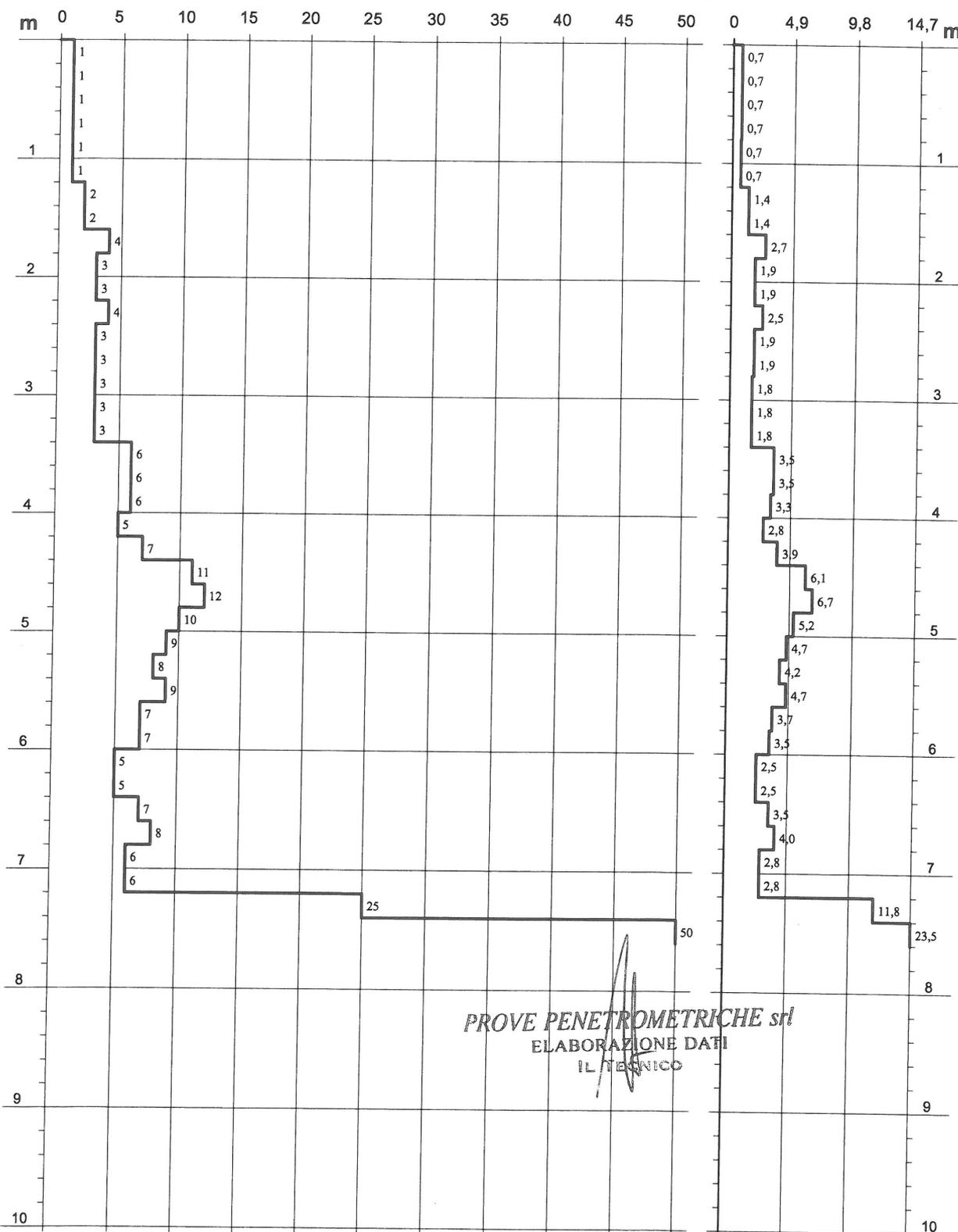
- committente : Amm.ne Comunale di Pavullo n/F.(MO)  
- lavoro : PSC Comune di Pavullo  
- località : Ambito ANS2.7 - Comune di Pavullo (MO)  
- sperimentatore : Dott. Geol. Francesco Dettori

- data prova : 28/05/2008  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- data emiss. : 28/05/2008  
- pagina n°: 2/2

- note : Inserito piezometro a -7.5 m

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 0,20$  m

Rpd (MPa)

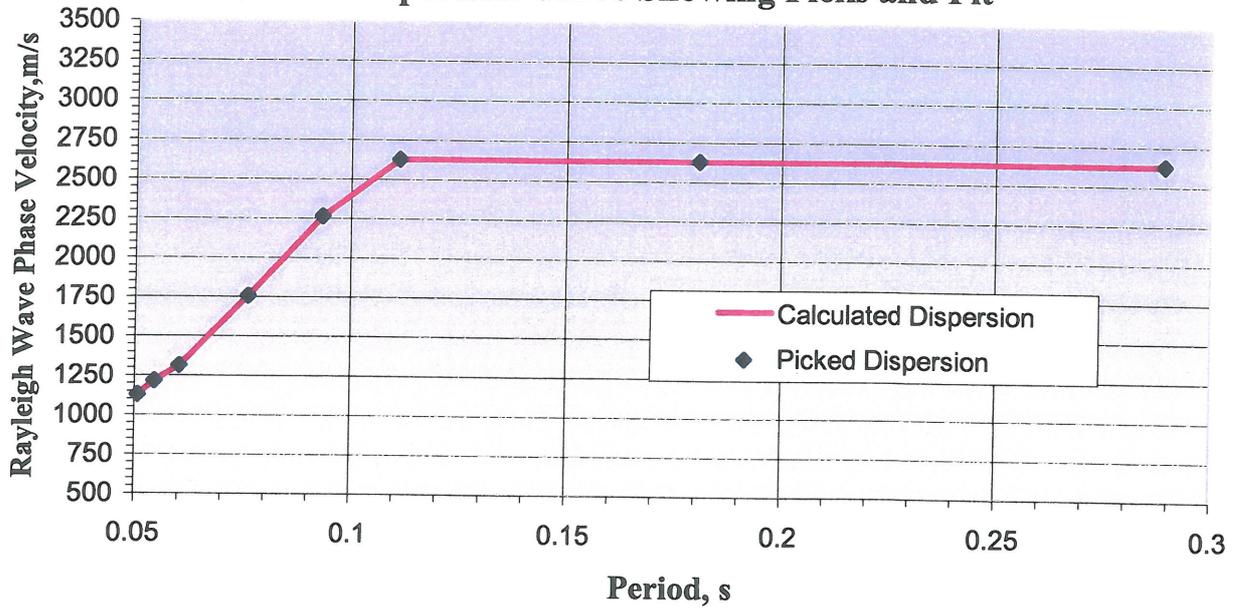


PROVE PENETROMETRICHE srl  
ELABORAZIONE DATI  
IL TECNICO

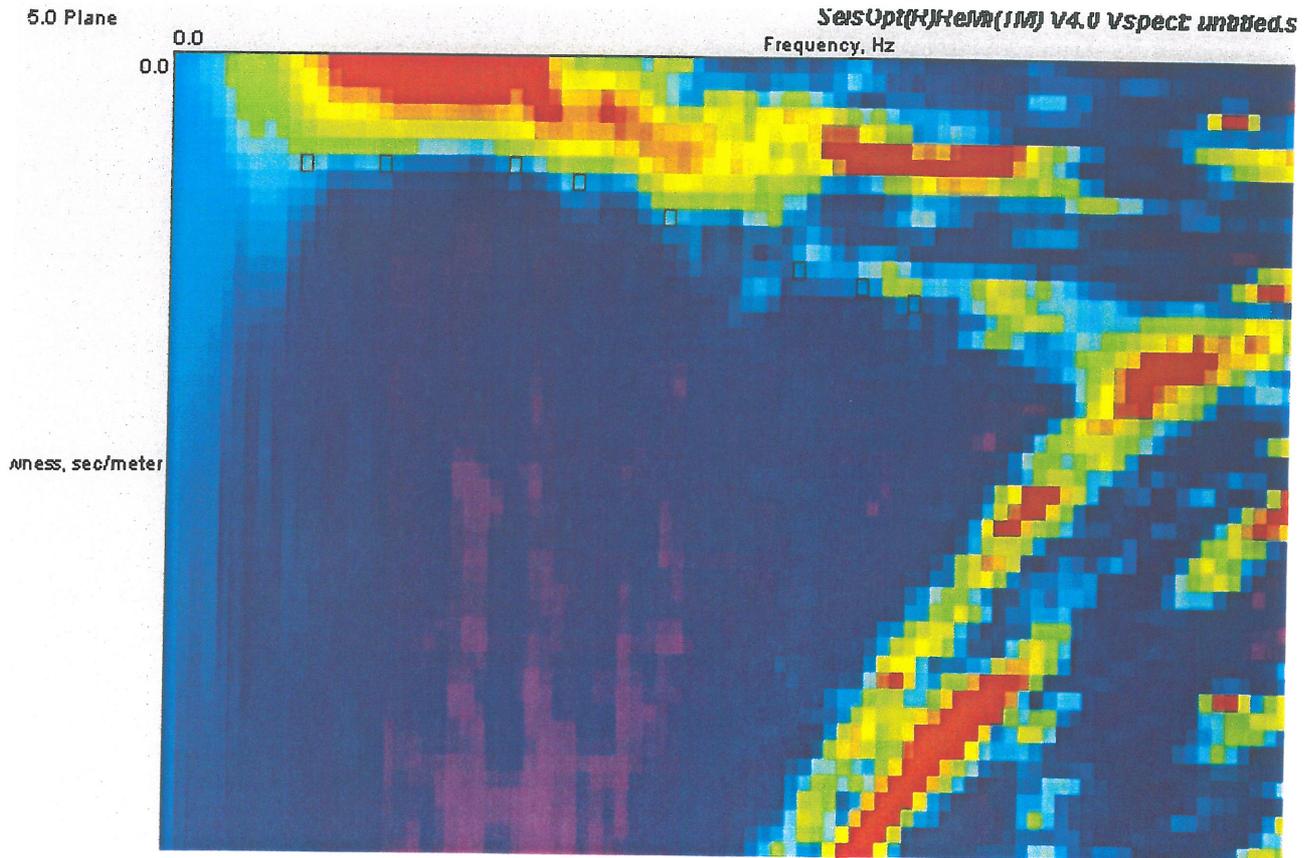
***ALLEGATO INDAGINE GEOFISICA***

Comune di Pavullo (MO) - Ambito ANS 2.7  
Dispersion Model 26 giugno 08 - LINEA 1

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks



Comune di Pavullo (MO) - Ambito ANS 2.7

Vs Model 26 giugno 08 - LINEA 1

