



Comune di Capannori

# PROGETTO INNOVAZIONE URBANA (PIU) "CAPA.CITY" : MOBILITA' ED ILLUMINAZIONE

OGGETTO:

**VARIANTE REGOLAMENTO URBANISTICO**

ai sensi art. 34 L.R. 65/2014

Capannori Città - La nuova mobilità e illuminazione

UBICAZIONE:

CAPANNORI

COMMITTENTE:

COMUNE DI CAPANNORI

SERVIZI ALLA CITTA'

Ufficio Lavori Pubblici

Responsabile Unico  
del Procedimento:

RUP Ufficio Reti e Mobilità Ing. Michelangelo Bruno

ELABORATI

**Relazione:**

RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R

**Architetto Nicola Boccaccini**

in qualità di Progettista e di capogruppo del Raggruppamento  
Temporaneo di Professionisti costituita tra i seguenti professionisti:  
Arch. Niccolai Luca, Arch. Menichini Galileo, Arch. Di Vecchio  
Chiara, Arch. Giovannini Sabrina, Arch. Vercelli Silvia, Geologo  
Mariotti Bianchi Cristina, Ing. Pisano Francesco,

Arch. Nicola Boccaccini - gliarchitettiassociati  
Via Giudiccioni n.111, cap.55100, San Concordio, Lucca.

tel. 0583/316948

e.mail: nicolaboccaccini@gliarchitettiassociati.com

P.I.V.A 02122940469 C.F BCCNCL72A22E715U

Timbro e Firma

---

## INDICE

---

### **1 PREMESSA** **2**

---

### **2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI VARIANTE** **6**

#### **2.1 MORFOLOGIA** **6**

#### **2.2 GEOLOGIA E CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE** **6**

#### **2.3 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA** **8**

#### **2.4 SISMICITÀ DELL'AREA** **12**

---

### **3. CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE** **15**

#### **3.1 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA** **15**

#### **3.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA** **16**

#### **3.3 PERICOLOSITÀ SISMICA** **19**

#### **3.4 VINCOLI** **19**

---

### **4. CLASSIFICAZIONE DELLA FATTIBILITÀ DELL'AREA DI VARIANTE** **21**

---

#### **TAVOLE NEL TESTO**

- Tavola 1 – Corografia scala 1:10.000
- Tavola 2 – Carta geologica scala 1:10.000
- Tavola 3 – Stralcio CTR scala 1:2.000
- Tavola 4 – Carta della Pericolosità scala 1:1.000
- Tavola 5 – Carta della Fattibilità scala 1:1.000

#### **ALLEGATI NEL TESTO**

- Allegato 1 Dati di base (Variante generale al Regolamento Urbanistico)

## 1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale è stata svolta la presente relazione geologica relativa alla Variante al Regolamento Urbanistico ai sensi dell'art. 34 della L.R. 65/2014 per la realizzazione di un marciapiede lungo un tratto di Via Carlo Piaggia nella frazione di Capannori (LU).

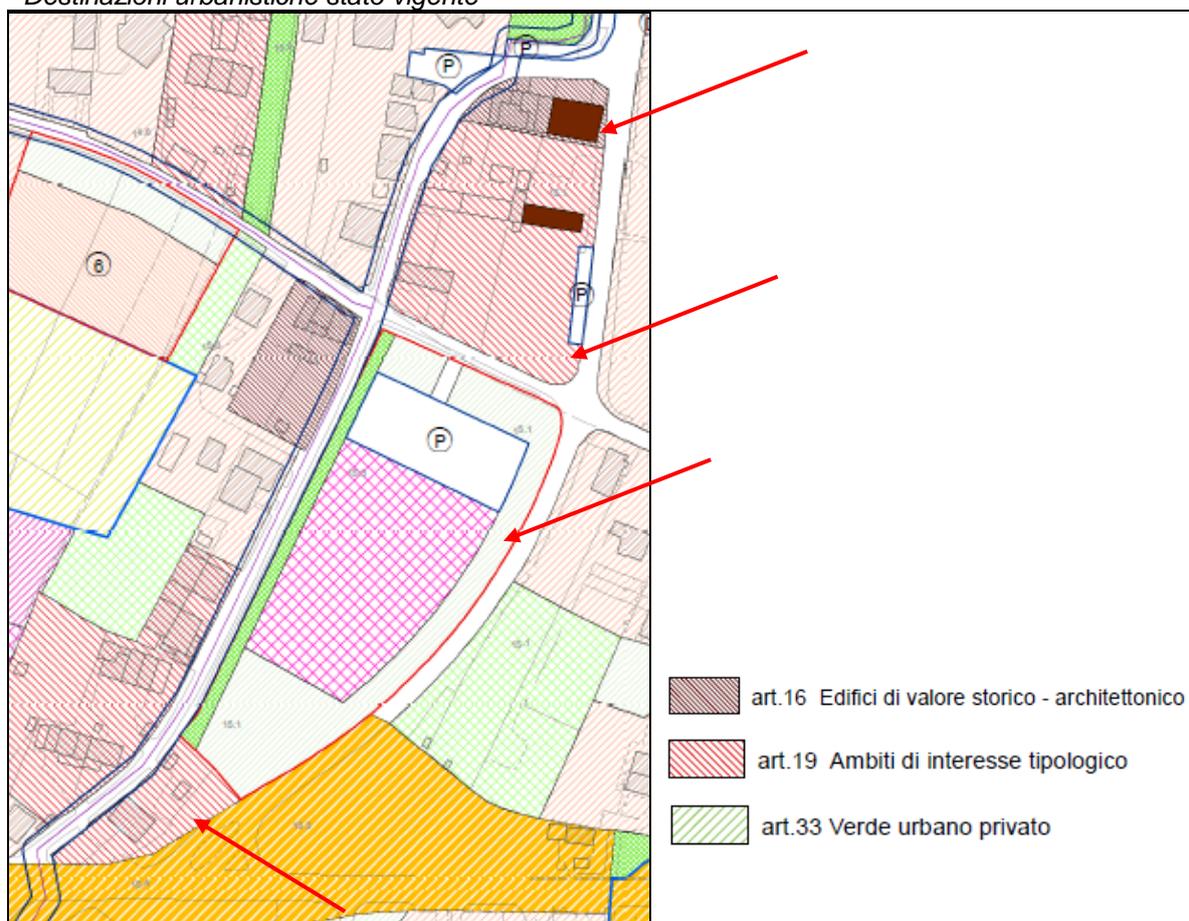
Il progetto di realizzazione del marciapiede, si inserisce all'interno dell'intervento denominato, *Capa-City – Mobilità – Illuminazione – Nuova apertura, riqualificazione dei percorsi ciclopedonali e della pubblica illuminazione in area PIU*, Comune di Capannori (LU) che prevede la riqualificazione e la realizzazione di percorsi ciclopedonali che dalla sede del Comune di Capannori si dipartono verso Sud fino ad intercettare Via Domenico Chelini.

L'area oggetto di variante interessa una fascia di territorio lungo il lato Ovest della carreggiata di Via Carlo Piaggia nel tratto che si diparte da Via Domenico Chelini fino all'incrocio con Via Ghello.

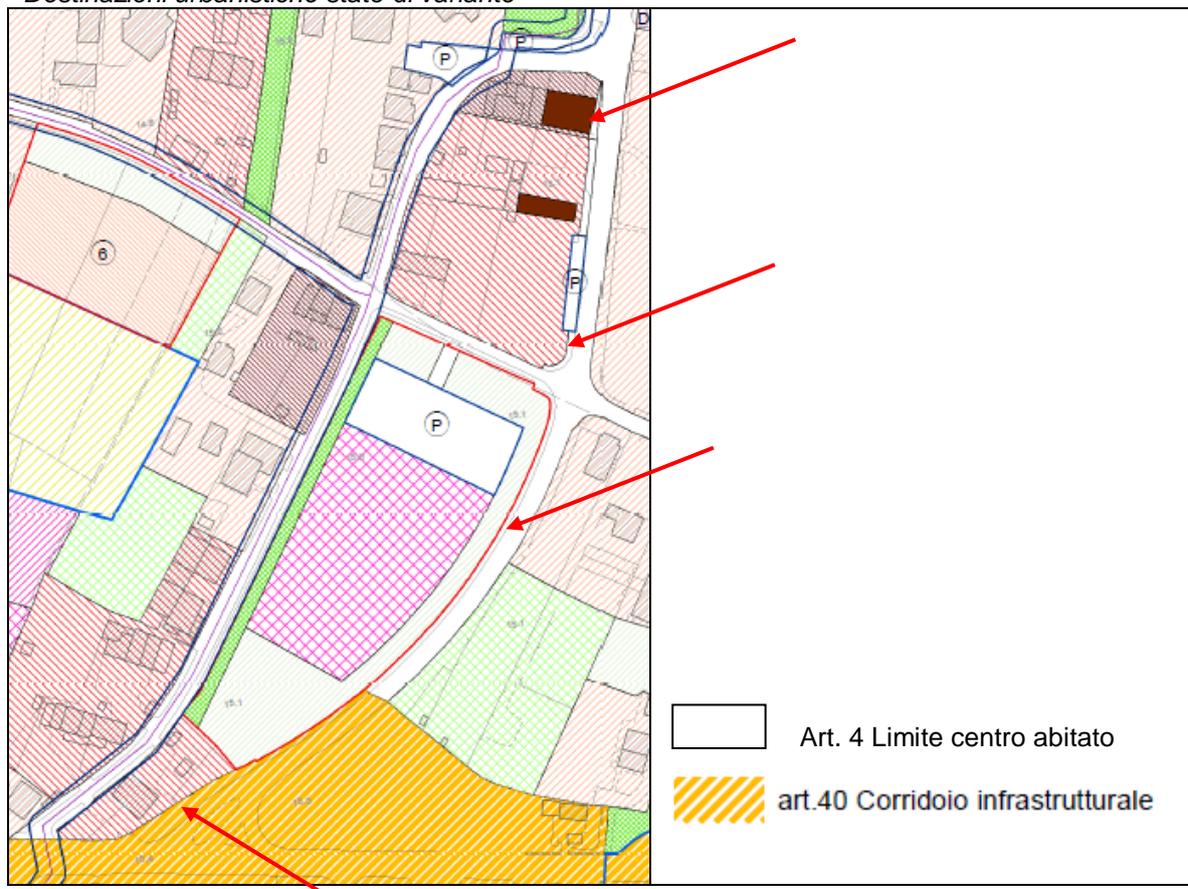


Come mostrano gli stralci cartografici sotto riportati riferiti allo stato vigente e allo stato di variante, le modifiche interessano una fascia di territorio lungo la viabilità. Per indicare chiaramente l'area di variante, dato che si tratta di una stretta fascia, si è preferito evidenziarla con delle frecce anziché con un perimetro.

*Destinazioni urbanistiche stato vigente*



*Destinazioni urbanistiche stato di variante*



L'area, attualmente classificata come *Verde urbano privato* (art. 33), *Edifici di valore storico architettonico* (art. 16) e *Ambiti di interesse tipologico* (art. 19), diverrà *Corridoio infrastrutturale* (art. 40) nella zona in prossimità dell'incrocio con Via Domenico Chelini e *Limite centro abitato* (art. 4), nel restante tratto fino all'incrocio con Via Ghello.

Il presente studio è finalizzato alla valutazione della compatibilità tra la previsione urbanistica e la pericolosità del sito in tema di assetto geologico geotecnico sismico e idraulico determinata mediante le indagini di riferimento allegate al Regolamento Urbanistico vigente.

Le indagini sono state svolte in ottemperanza alle seguenti normative:

- L.R. n. 65 del 10.11.2014, Norme per il governo del territorio e succ. mod.
- D.P.G.R. n.53/R del 25.10.2011, Regolamento di attuazione dell'art. 62 della LR. n.1 del 03/01/2005 "Norme per il governo del territorio" in materia di indagini geologiche;
- Variante generale al Regolamento Urbanistico vigente approvato definitivamente con Del C.C. n. 46 del 06/07/2016
- Variante parziale al Regolamento Urbanistico approvato con Del. C.C. n. 74 del 28/12/2018

- D.P.G.R n. 36/R del 9 luglio 2009 "Regolamento di attuazione dell'art. 117 commi 1 e 2 della L.R. n. 1 del 3 gennaio 2005 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico
- .Del n. 421 del 26/05/2014 "Aggiornamento della classificazione del territorio della Regione Toscana 2014".
- Decreto del 17.01.2018, Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale approvato con DPCM del 26 ottobre 2016

## 2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA DI VARIANTE

### 2.1 Morfologia

L'area oggetto di variante si trova nella porzione centrale della piana di Lucca a Sud dell'abitato di Capannori e si sviluppa lungo il tratto di Via Carlo Piaggia da Via Domenico Chelini fino all'incrocio con Via Ghello.

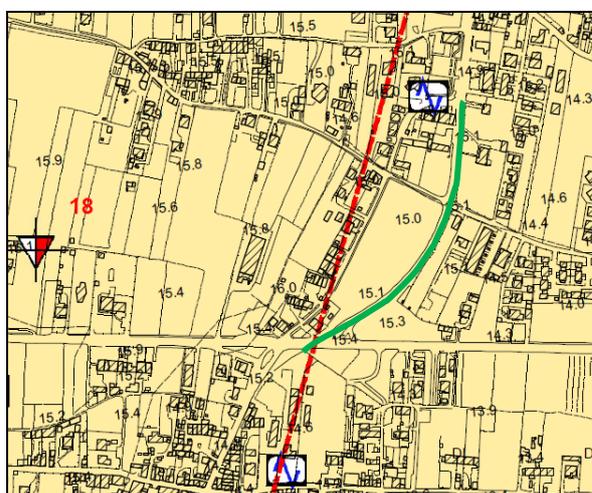
La variante al Regolamento Urbanistico, che riguarda una fascia lungo la viabilità sul lato Ovest della carreggiata, si sviluppa in un'area morfologicamente pianeggiante con quote variabili da 15,1 a 15,3 m s.l.m.

### 2.2 Geologia e caratteristiche stratigrafiche

L'area di intervento si colloca sui depositi alluvionali prevalentemente limo sabbiosi e limo argillosi in corrispondenza di un paleoalveo del Fiume Serchio orientato circa Est Ovest.

La Carta Litologico tecnica inserisce i depositi affioranti nell'area, nella classe SM/SW corrispondenti a terreni di copertura prevalentemente sabbioso limosi.

#### Carta Litologico tecnica e dei dati di base



SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

#### Dati geognostici di base

- 15 Prova penetrometrica statica con punta meccanica (con ID in rosso: dai dati allegati al P.S. 2003)
- Tr7 Misura di microtremore a stazione singola
- traccia delle sezioni geologiche rappresentative del sottosuolo
- Area variante

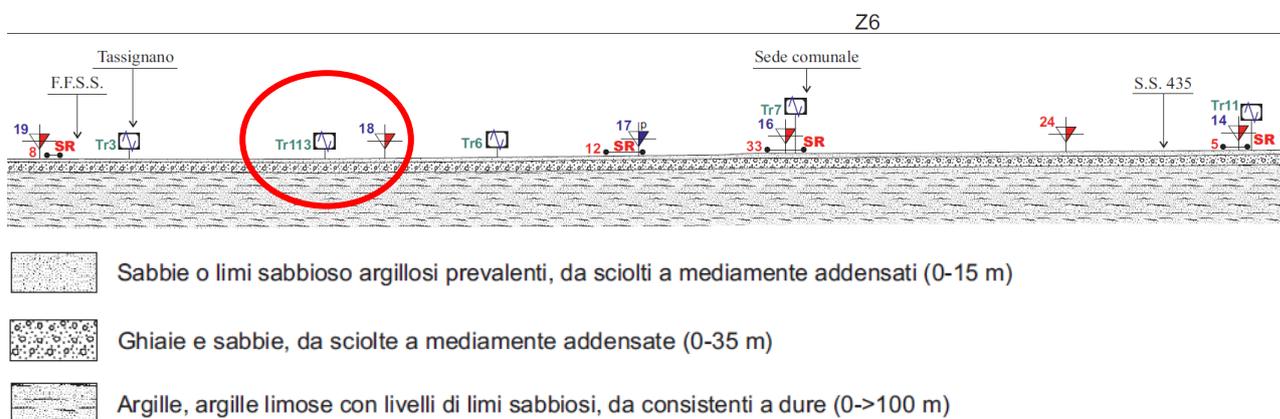
La stratigrafia dei depositi alluvionali desunta sulla base dei dati bibliografici presenti in un intorno dell'area, può essere sommariamente ricondotta a tre orizzonti principali di cui i primi due di età quaternaria superiore ed il terzo di età quaternaria inferiore-media.

L'orizzonte superficiale, costituito da sedimenti prevalentemente fini (limi sabbiosi e limi argillosi) è tipico di una situazione di ambiente fluviale caratterizzata da una sempre minore energia di trasporto.

Al di sotto è presente un orizzonte di terreni più grossolani costituito da ghiaie e sabbie con matrice limoso-sabbiosa, rinvenuto localmente ad una profondità variabile da circa 4 - 6 m fino a circa 40 m di profondità; tali sedimenti testimoniano fasi deposizionali di maggiore energia.

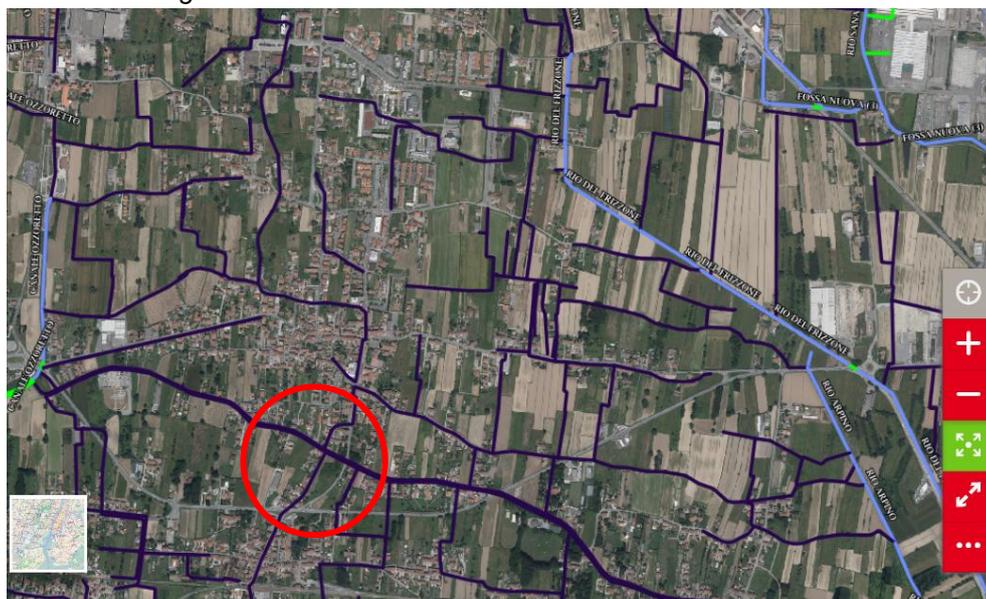
Il terzo orizzonte è rappresentato dai sedimenti fluvio-lacustri di età quaternaria inferiore - media presenti dalla base delle ghiaie e costituiti prevalentemente da terreni fini.

Si riporta di seguito uno stralcio della Sezione 2 estratta dalla Tavola A6 – "Sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo" allegata al Regolamento Urbanistico vigente tracciata proprio in prossimità dell'area di variante, che evidenzia la presenza dei tre orizzonti principali individuati.





### Carta del Reticolo idrografico



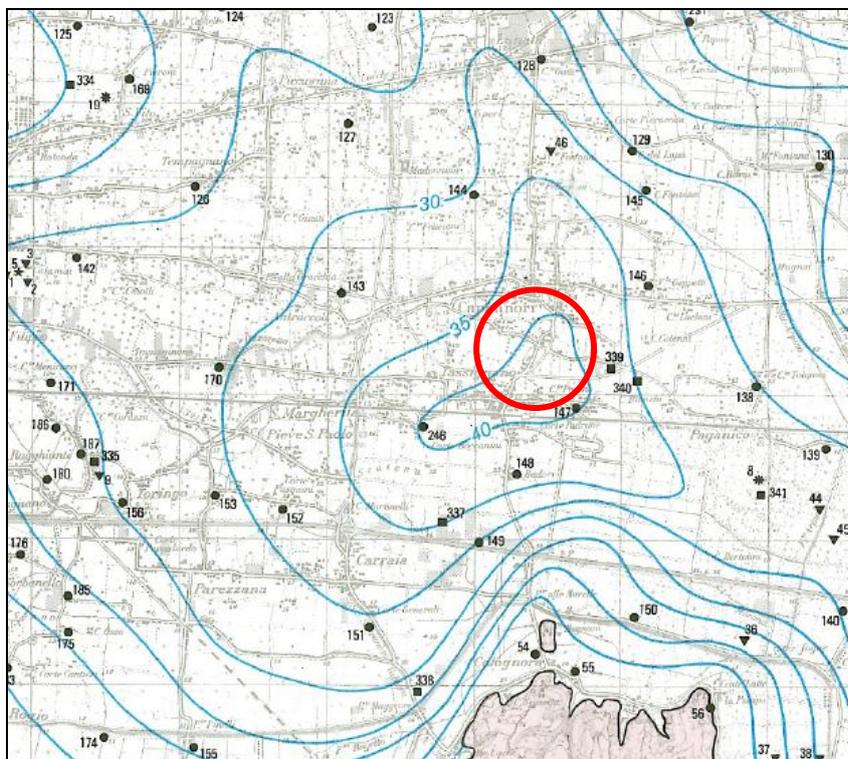
Reticolo idrografico LR 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016

- SI
- NO (ALTRO RETICOLO)
- TOMBATO

Per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea, i depositi ghiaioso sabbiosi che si estendono nell'intera pianura con notevoli variazioni di spessore, sono sede di un acquifero che risulta confinato inferiormente dal substrato roccioso pre-miocenico.

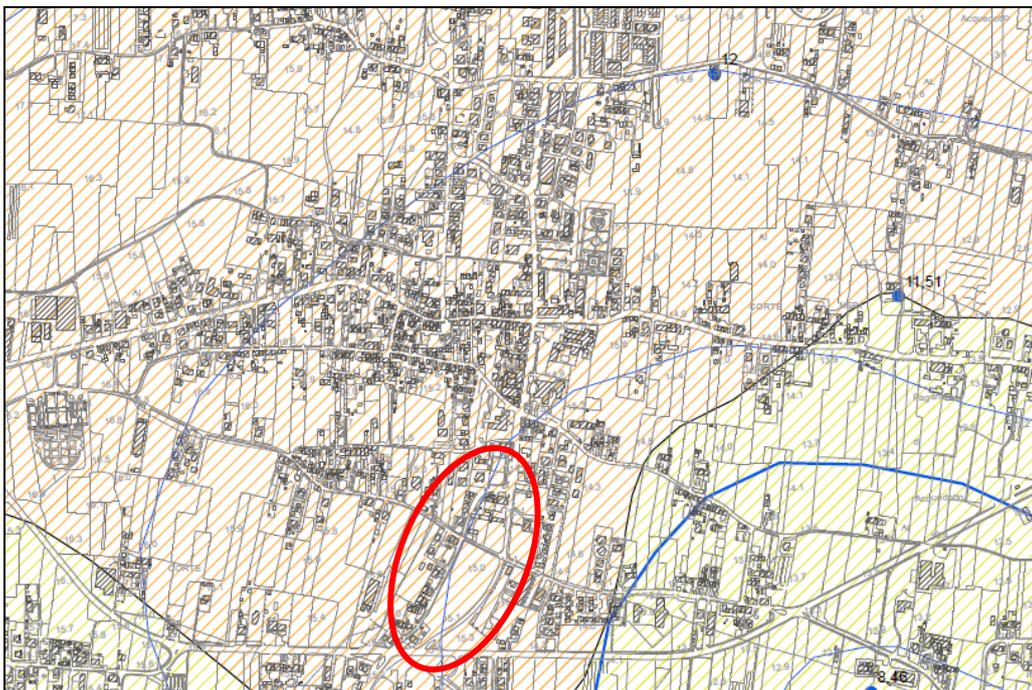
Dallo stralcio della Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale, (tratta da "Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi)), si osserva che nell'area in esame l'orizzonte ghiaioso sabbioso sede dell'acquifero, ha uno spessore medio di circa 40 m.

Carta delle isopache dell'acquifero alluvionale  
(*"Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca (R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi)"*)



I depositi limo sabbiosi e limo argillosi e presenti al di sopra dell'acquifero, sono caratterizzati da un grado di permeabilità primaria medio o medio alto; lo spessore di tali depositi, ricavato dai dati stratigrafici disponibili nella zona e variabile da 4 a 6 m, costituisce una scarsa protezione al livello ghiaioso sede dell'acquifero al quale è stata associata una vulnerabilità elevata (v. stralcio *Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi sotto riportato con misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007*).

Ottobre 2006



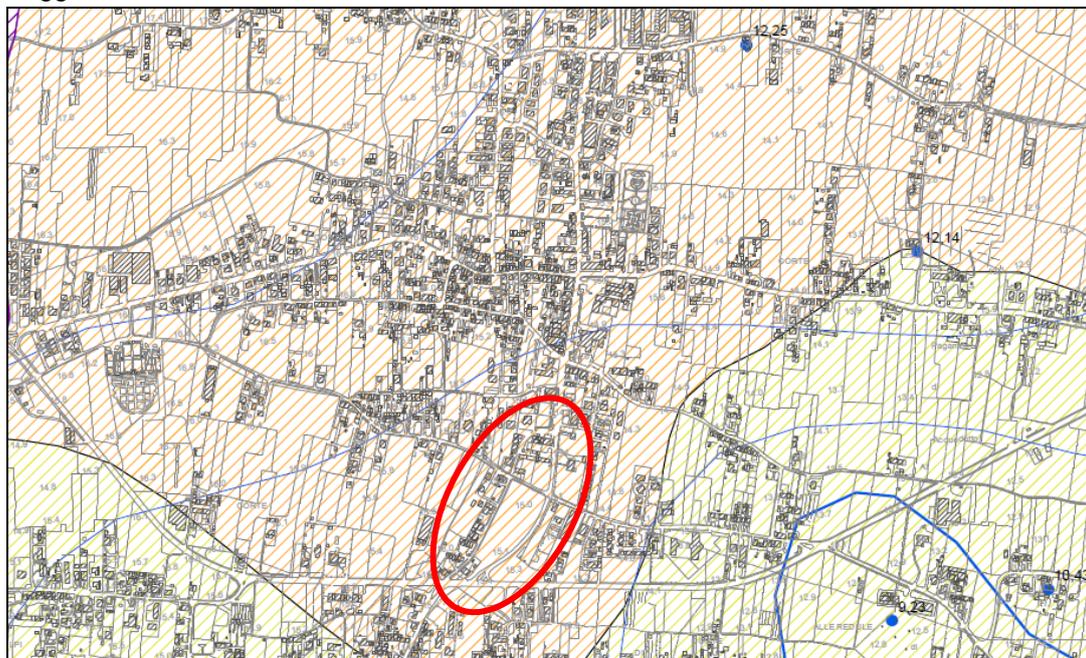
Grado di Vulnerabilità  E=elevata

186 - 210

 Isopezie principali - equidistanza 5m (m s l m) \*

 Isopezie secondarie - equidistanza 1m (m s l m) \*

Maggio 2007



Dalle cartografie disponibili si osserva che localmente la falda freatica presenta direzioni di deflusso orientate da Nord Ovest verso Sud Est con un livello di falda con profondità variabili da 10,5 – 12,5 m s.l.m. (misurazioni riferite al mese di Ottobre 2006 e Maggio 2007). Dati bibliografici documentano che, in condizioni di ricarica dell'acquifero, il livello di falda può risalire fino ad 1,5 m dal piano di campagna.

## 2.4 Sismicità dell'area

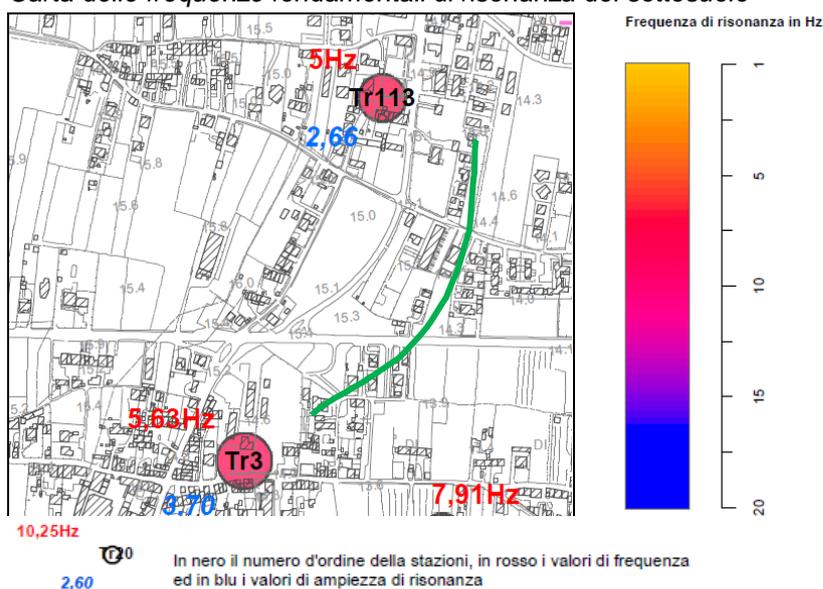
Il Comune di Capannori, ai sensi dell'Allegato 1 della Del. 421 del 26/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica regionale) è stato confermato nella Zona sismica 3.

La campagna delle misure di rumore sismico ambientale condotta nel territorio comunale, ha permesso di determinare la frequenza fondamentale del sottosuolo; tale parametro consente di individuare eventuali contrasti nella velocità di propagazione delle onde di taglio Vs all'interno dei terreni, che potrebbero generare fenomeni di amplificazione.

Come mostrato dallo stralcio della carta litotecnica e dei dati di base, in prossimità dell'area di variante, sono state eseguite 2 misure di microtremore Tr 113 e Tr3 che hanno fornito rispettivamente un picco di risonanza di 2,66 e 3,70 e una frequenza pari a 5 e 5,63 Hz.

I picchi osservati sono correlabili ad un contrasto di impedenza sismica a profondità comprese tra una decina e poche decine di metri, generalmente attribuibili a variazioni di granulometria e/o addensamento all'interno dei depositi alluvionali recenti o al passaggio tra questi ultimi e i depositi del Ciclo fluvio-lacustre.

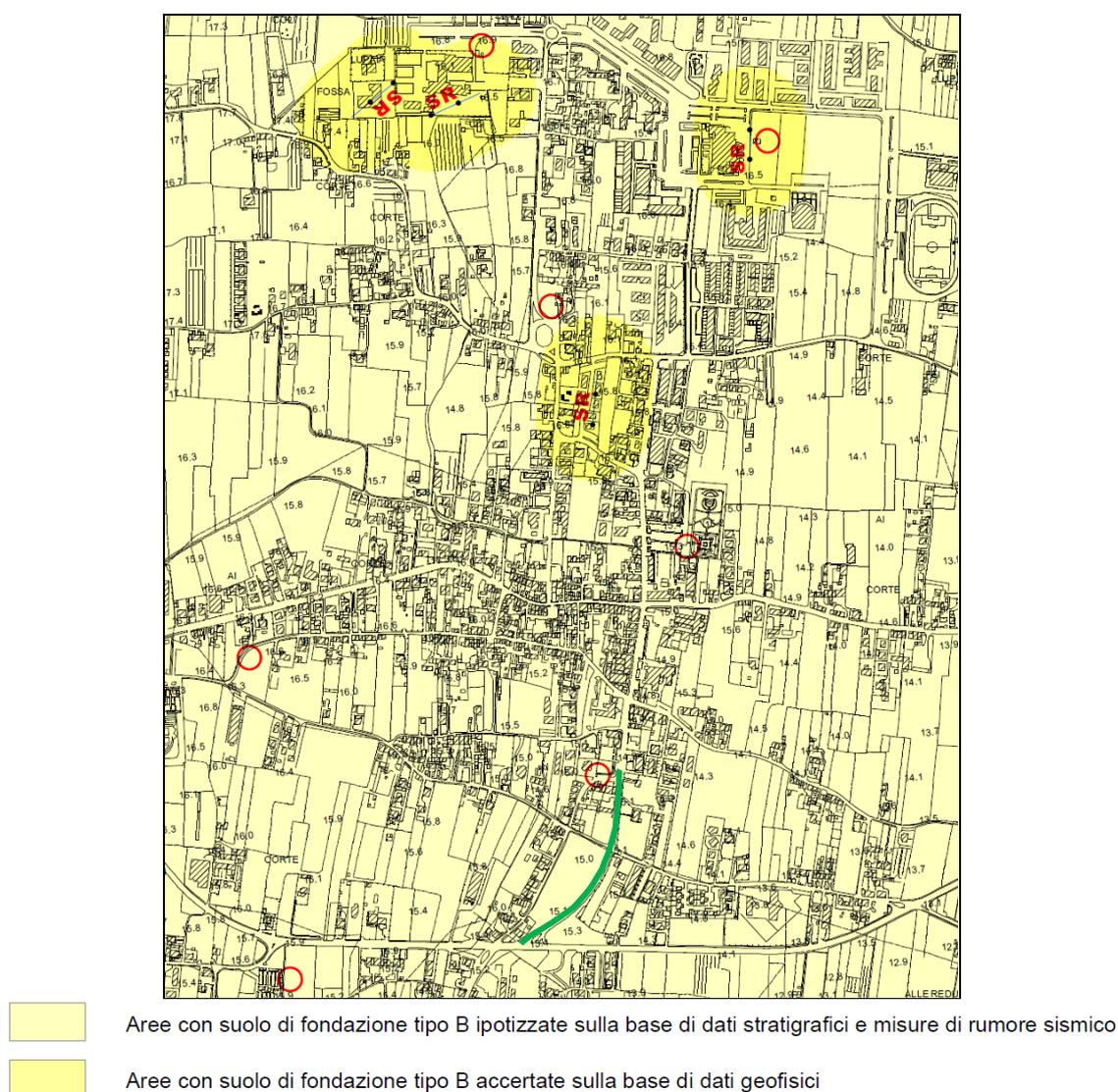
Carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo



Lo stralcio della Carta delle Categorie di Sottosuolo mostra l'ubicazione delle prospezioni sismiche utilizzate per l'individuazione delle classi di velocità  $V_{s30}$ ; localmente si osserva una situazione omogenea caratterizzata da depositi alluvionali addensati con valori di velocità di propagazione delle onde Sh corrispondenti alla Categoria di sottosuolo B.

Ai sensi dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018)", Tabella 3.2.II – Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione tipo B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec.*

Carta delle categorie di sottosuolo

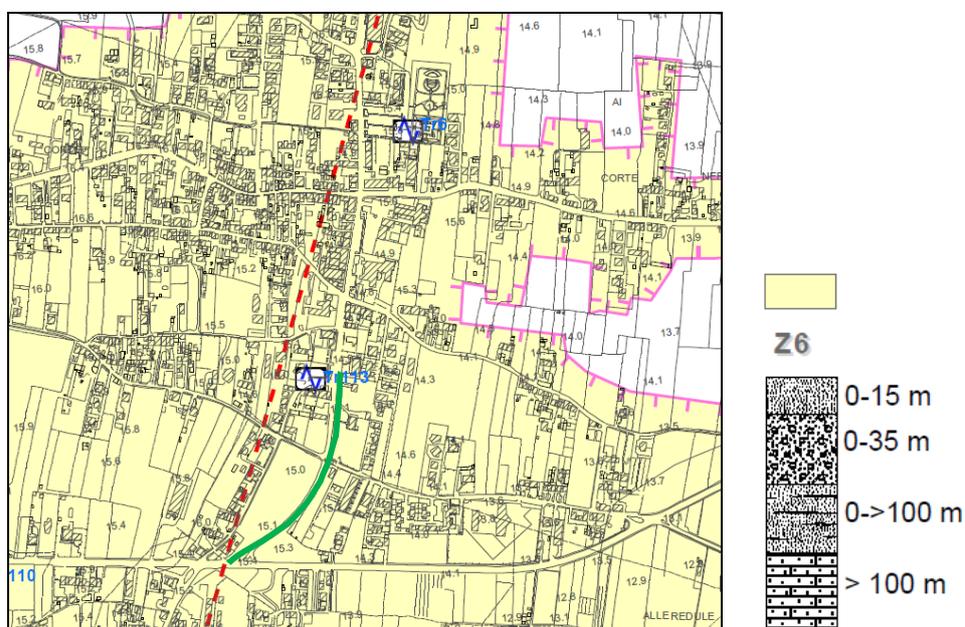


La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Simica (MOPS) redatta a supporto del Regolamento Urbanistico ai sensi del D.P.G.R. 53/R paragrafo 2.1.C.5, ha la finalità di caratterizzazione del substrato geologico e dei terreni di copertura, la ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico e la definizione di eventuali forme geomorfologiche di superficie e sepolte.

L'area oggetto di variante è stata inserita nella **Zona B – Zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche.**

Nel caso specifico: **Z6 – Sabbie, limi sabbioso argillosi da sciolti a mediamente addensati** – SM/SW con spessori da 0 a 15 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate.

#### Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica



-  Substrato lapideo indifferenziato (>100m)
-  Argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure (0->100m)
-  Sabbie o limi sabbioso-argillosi prevalenti da sciolti a mediamente addensati (0-15m)
-  Ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (0-35m)

### 3. CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE

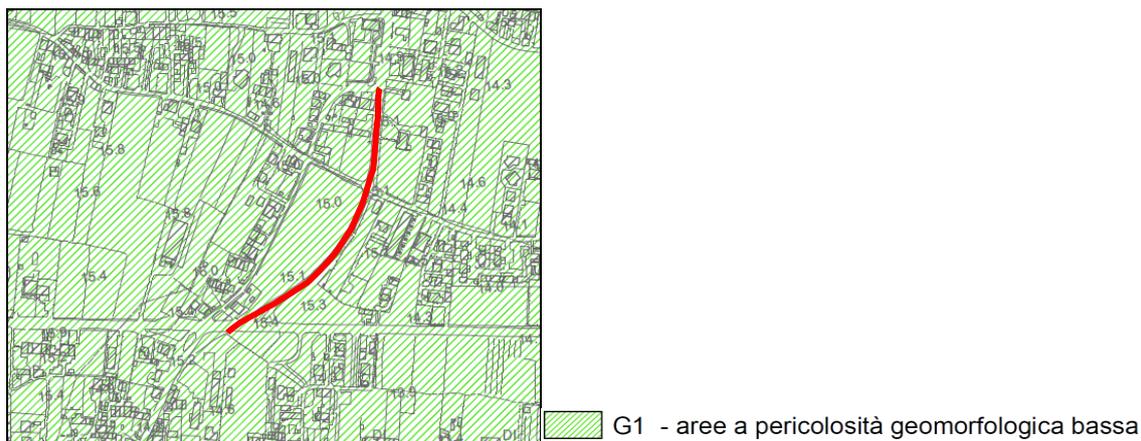
Le carte di pericolosità del vigente Regolamento Urbanistico sono state redatte ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1 del 03/01/2005 (*Norme per il governo del territorio in materia di indagini geologiche*).

Si riporta di seguito la classificazione della pericolosità dell'area di variante.

#### 3.1 Pericolosità geomorfologica

Dallo stralcio della Carta della Pericolosità geomorfologica si rileva che l'area di variante ricade all'interno della classe **G1 – Aree a Pericolosità Geomorfologica BASSA**. Tale classe comprende le aree pianeggianti o sub pianeggianti in cui gli elementi geomorfologici, litologici giacitureali e litotecnici non costituiscono fattori in grado di produrre fenomeni di dissesto.

*Carta della pericolosità geomorfologica*



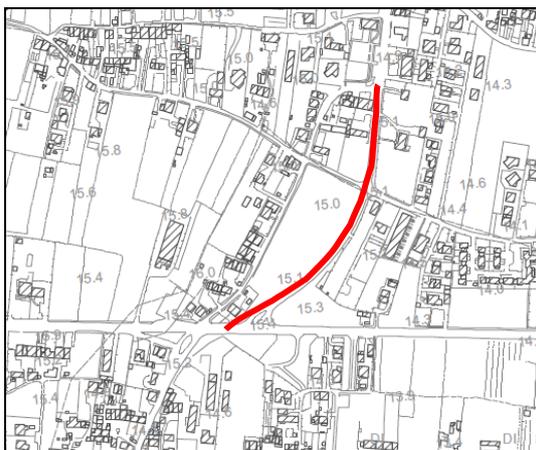
I dati bibliografici presi a riferimento hanno consentito di confermare per l'area di variante la classe di pericolosità geomorfologica indicata.

### 3.2 Pericolosità idraulica

In merito agli aspetti idraulici la cartografia evidenzia che l'area di variante risulta esterna alle aree di pertinenza fluviale.

Come mostrato negli stralci riportati nel paragrafo 2.3 della presente relazione, nell'area di variante non sono presenti corsi d'acqua indicati nella Carta del Reticolo di Gestione e del reticolo idrografico di cui alla L.R. 79/2012 aggiornato con DCRT 101/2016.

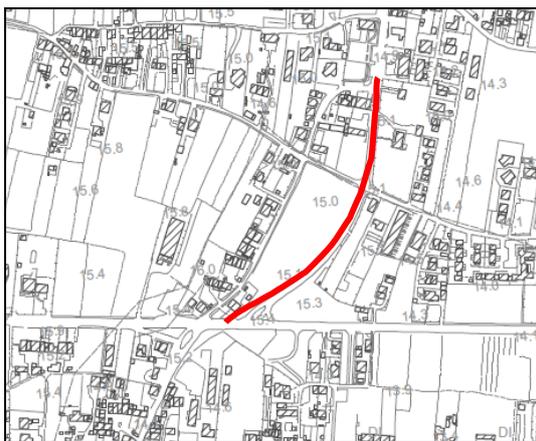
#### *Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali*



Area esterna alle perimetrazioni

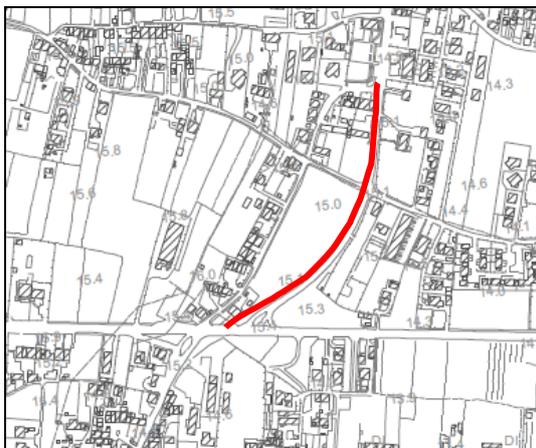
L'area di variante risulta esterna alle perimetrazioni delle aree allagabili con Tr 30 anni e con Tr = 200 anni

#### *Carta delle aree allagabili Tr= 30 anni*



Area esterna alle perimetrazioni

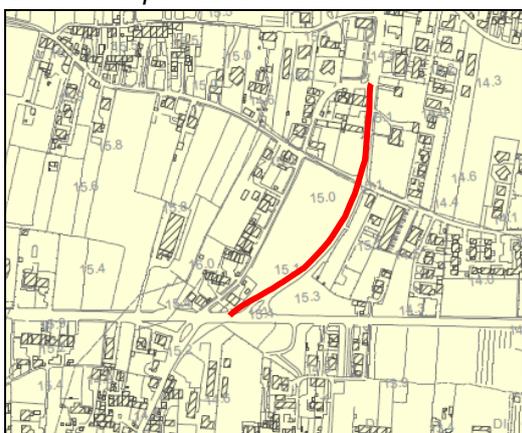
*Carta delle aree allagabili  $T_r=200$  anni*



Area esterna alle perimetrazioni

Dallo stralcio della Carta della pericolosità idraulica sotto riportato si rileva che l'area di variante ricade all'interno della classe **I2 – Aree a Pericolosità Idraulica MEDIA**. Tale classe comprende le aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < T_r \leq 500$ .

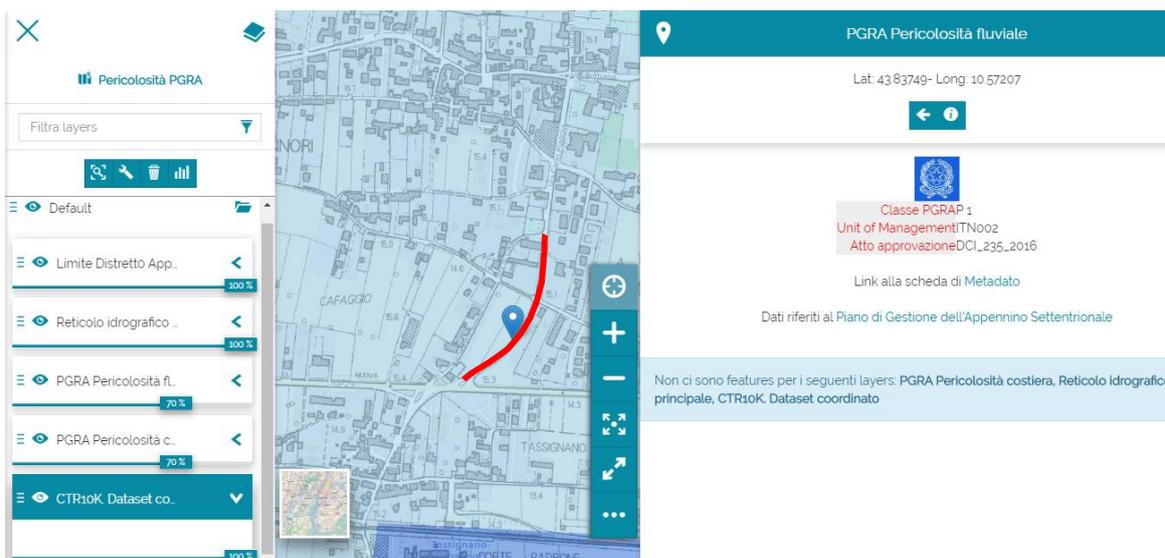
*Carta della pericolosità idraulica*



 **I2 Pericolosità Idraulica media**

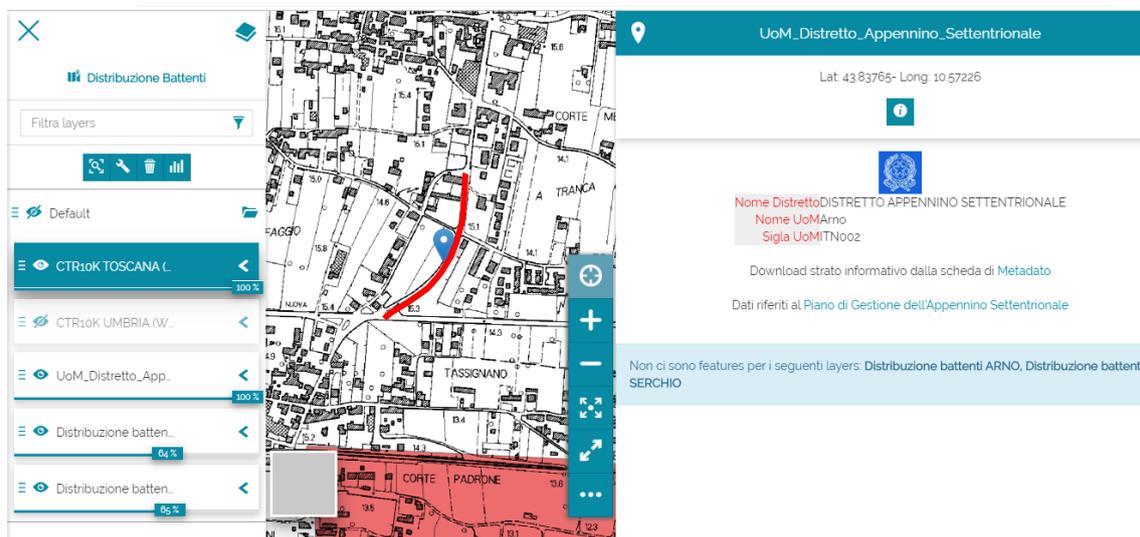
L'area di variante, ricade all'interno del perimetro del bacino del Fiume Arno che fa parte del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Le cartografie allegare al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) indicano per l'area una Pericolosità Idraulica **P1 – Aree a Pericolosità da Alluvione BASSA**. Corrispondenti ad aree inondabili con  $T_r > 200$  anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.



Ai sensi dell'art. 11 della Disciplina di Piano del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (PGRA) *"nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico"*.

Per l'area oggetto di variante non sono previsti battenti idraulici.

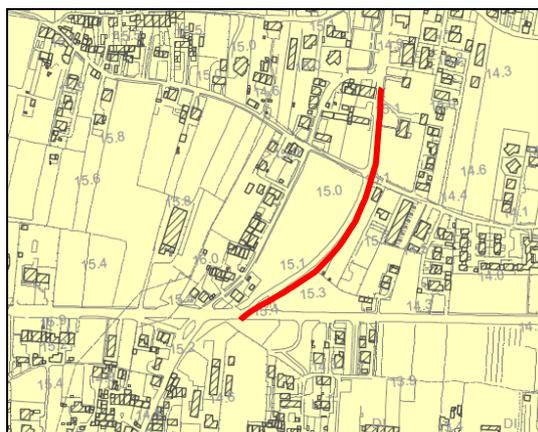


In base ai dati disponibili si ritiene corretto confermare per l'area di variante la classe di pericolosità idraulica indicata nel Regolamento Urbanistico.

### 3.3 Pericolosità sismica

Dallo stralcio della Carta della pericolosità sismica sotto riportato, si rileva che all'area di variante è stata associata una Pericolosità sismica **S2 – Pericolosità sismica locale MEDIA**. Si tratta di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3, ovvero non caratterizzate da forti contrasti di impedenza sismica (generalmente corrispondenti alle categorie di sottosuolo B o C) ad esempio depositi alluvionali della pianura.

Carta della pericolosità sismica



**S.2**

**MEDIA**

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

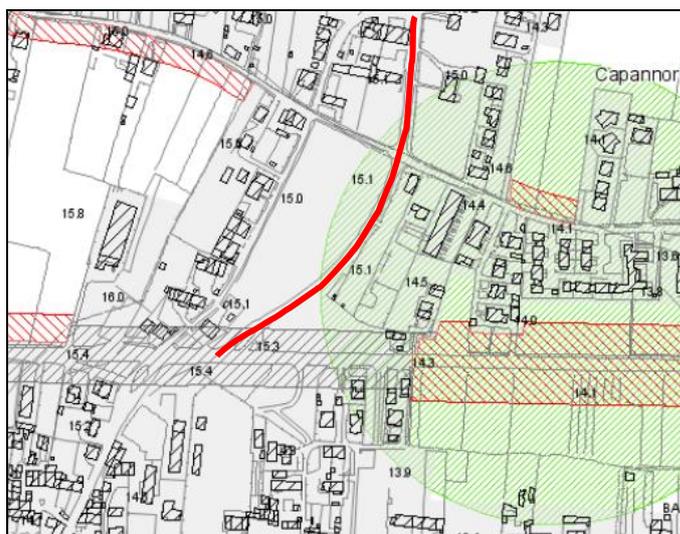
I dati bibliografici presi a riferimento hanno consentito di confermare per l'area di variante la classe di pericolosità sismica indicata.

### 3.4 Vincoli

Dallo stralcio della Carta dei Vincoli Tecnici allegata al Quadro Conoscitivo del Regolamento Urbanistico, si rileva che l'area di variante ricade parzialmente nel perimetro della zona di rispetto di un pozzo ad uso idropotabile.

*“La zona di rispetto è una porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata”.*

Carta dei Vincoli Tecnici



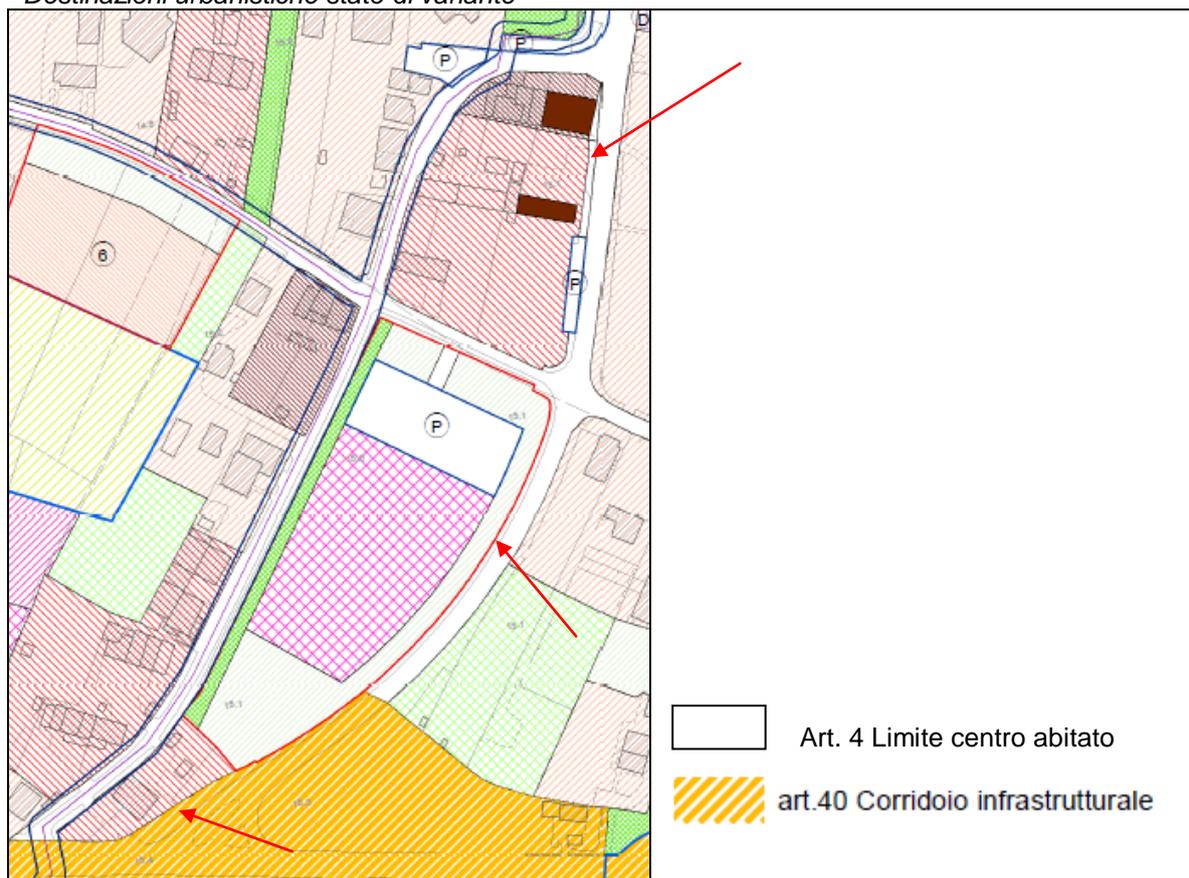
-  fasce di rispetto infrastrutturale all'esterno dei centri abitati (art.26 Regolamento di Attuazione del Codice della strada)
-  centro abitato (individuato ai sensi del codice della strada)
-  pozzi
-  zona di rispetto D.Lgs. 152/06 art 94 comma 1

La realizzazione del marciapiede oggetto della variante al Regolamento Urbanistico, non rientra nell'elenco degli insediamenti dei centri di pericolo e lo svolgimento delle attività vietate all'interno della zona di rispetto" ai sensi dell'art. 94 comma 1 del D.Lgs. 152/06.

#### 4. CLASSIFICAZIONE DELLA FATTIBILITA' DELL'AREA DI VARIANTE

Come specificato nella premessa, la variante necessaria per realizzazione del marciapiede, interessa una fascia di territorio lungo il lato Ovest della carreggiata di Via Carlo Piaggia che si diparte da Via Domenico Chelini fino all'incrocio con Via Ghello.

*Destinazioni urbanistiche stato di variante*



Le nuove destinazioni d'uso saranno le seguenti:

- *Corridoio infrastrutturale (art. 40)* nella zona in prossimità dell'incrocio con Via Domenico Chelini.
- *Limite centro abitato (art. 4)* nel restante tratto fino all'incrocio con Via Ghello.

Alla luce di quanto emerso dal presente studio, sono state determinate le classi di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. 53/R, mettendo in relazione la destinazione urbanistica prevista dalla variante e la classificazione della pericolosità dell'area.

**Fattibilità Geomorfologica: II** – Fattibilità con normali vincoli – Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Nelle aree di pianura, le indagini di supporto alla progettazione edilizia dovranno pervenire alla definizione del modello geologico di riferimento comprensivo della relativa caratterizzazione stratigrafico – geotecnica e idrogeologica.

Ai sensi dell'art. 7 comma 3 del D.P.G.R n. 36/R del 9 luglio 2009 per la tipologia di intervento oggetto di variante, che prevede la realizzazione di un marciapiede in fregio ad un tratto di Via Carlo Piaggia, si può considerare idonea la classe di indagine n. 1: *“Con riferimento a tale classe di indagine, sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini da allegare in copia al progetto già eseguite in prossimità dell'intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate”*.

La sintesi dei dati ottenuti mediante l'elaborazione delle prove di riferimento ha permesso una ricostruzione dell'assetto stratigrafico e geotecnico dei terreni che può essere esteso a tutta l'area di variante grazie alla sostanziale omogeneità riscontrata nella zona.

**Fattibilità Idraulica: I** – Senza particolari limitazioni - Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

L'intervento comporterà una riorganizzazione della rete di drenaggio delle acque superficiali mediante la realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche che verranno quindi correttamente regimate ed indirizzate verso i collettori esistenti senza causare fenomeni di ristagno.

Dato che nel complesso la realizzazione del marciapiede comporterà un incremento di superficie impermeabile di circa 360 m<sup>2</sup> rispetto allo stato attuale, ai sensi dell'art. 51 delle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico, dovranno essere previsti accorgimenti per il contenimento degli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli.

Vista la profondità del livello della falda e la tipologia delle opere oggetto della variante, non sono da prevedere interazioni con le circolazioni idriche sotterranee.

**Fattibilità Sismica: II** – Fattibilità con normali vincoli – Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Sono prescritte indagini geofisiche sismiche di approfondimento del quadro conoscitivo condotte a norma del D.P.G.R. 36/R/2009 che definiscano spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra terreni di copertura (detrito, alluvioni) e bedrock sismico e/o all'interno delle stesse coperture, nonché alla definizione della categoria di sottosuolo. Per la definizione della categoria di sottosuolo si potrà fare riferimento alla tav. A7 per la classe di indagine 1 D.P.G.R. 36/R/2009.

Dato che la tipologia di intervento di realizzazione del marciapiede rientra nella classe di indagine 1, la determinazione della categoria di sottosuolo è stata ricavata dalla "Carta delle categorie di sottosuolo" allegata alla Variante al Regolamento Urbanistico.

In base a quanto ricavato dai dati disponibili e in considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche stratigrafiche per la zona in un intorno significativo, si ritiene di poter confermare per l'area di variante la categoria di sottosuolo B.

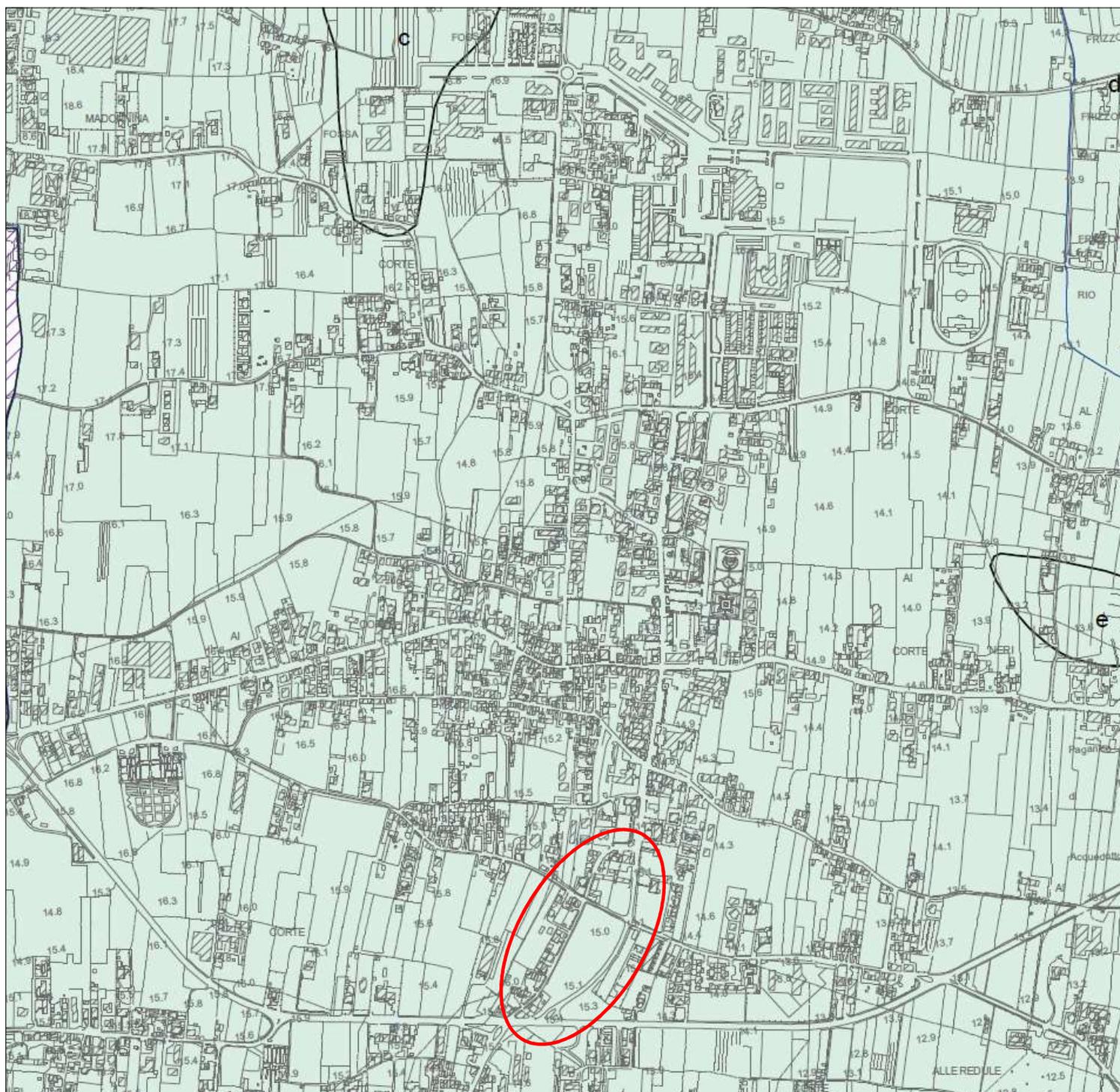
Lucca, 30 Novembre 2019

Geol. Cristina Mariotti Bianchi




**Tavola 2 - Carta geologica - scala 1: 10.000**



**LEGENDA**

-  Depositi alluvionali attuali - Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali.
-  Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Apparati di conoide alluvionale. Ghiaie prevalenti (b).
-  Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Ghiaie e sabbie prevalenti (c).
-  Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie prevalenti (d).
-  Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie e limi prevalenti (e).

 Area di variante

### Tavola 3 - Stralcio CTR scala 1:2.000



 Area di variante (perimetro indicativo)







---

## **Allegato 1**

Dati di base (Quadro conoscitivo Variante generale al Regolamento Urbanistico)

---





## Prove Penetrometriche Statiche

Committente: Comune di Capannori  
 Località: Capannori - Capoluogo  
 Data: 24/07/00  
 N° totale di prove: 2

Cartella: Capannori000724

### Penetrometro

Ditta produttrice: PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT  
 Modello: TG63-100  
 Spinta: 100 KN  
 Punta: meccanica tipo Begemann  
 Cella di carico di sommità: Hottinger - Classe: 0,2  
 Centralina elettronica di rilevamento dati

### Legenda

A	= resistenza totale alla punta	(Kg)
B	= resistenza totale alla punta + manico	(Kg)
T	= resistenza totale	(Kg)
Rp	= resistenza alla punta	(Kg/cmq)
Rf	= resistenza laterale	(Kg/cmq)
Rp/Rf	= rapporto Begemann	

### Valori derivati

$\Phi$	= angolo d'attrito interno	(°)
Cr	= densità relativa	(%)
Cu	= coesione non drenata	(Kg/cmq)
mv	= coefficiente di compressibilità volumetrica	(cmq/Kg)

N.B.: I valori derivati si basano sulle correlazioni empiriche o semi-empiriche proposte da Begemann, Searle, Shmertmann e Altri. Si declina qualsiasi responsabilità sull'uso di tali dati senza adeguate verifiche dirette (sondaggi, prove di laboratorio su campioni indisturbati etc.)

**Legende della stratigrafia schematica**

Begemann (1965)	
Torba e arg. organiche	#-#-#-#-#
Argille	=====
Limi argillosi	~~~~~
Limi	~~~~~
Limi argille sabbie	~~~~~
Sabbie limose	.....
Sabbie fini	.....
Sabbie grossolane	o o o o o o o o o o
Sabbie e ghiaie	o o o o o o o o o o

Searle (1979)	
Torbe	#####
Argille torbose	#-#-#-#-#
Argille	=====
Argille limose	~~~~~
Limi argillosi	~~~~~
Limi argillosi sabbiosi	~~~~~
Sabbie limose argillose	.....
Sabbie fini	.....
Sabbie	o o o o o o o o o o
Sabbie ghiaiose	o o o o o o o o o o
Ghiaie sabbiose	o o o o o o o o o o
Ghiaie	o o o o o o o o o o

Ripporto	vengono indicati nei livelli per i quali sono disponibili
Substrato roccioso	informazioni derivanti da altri mezzi di indagine

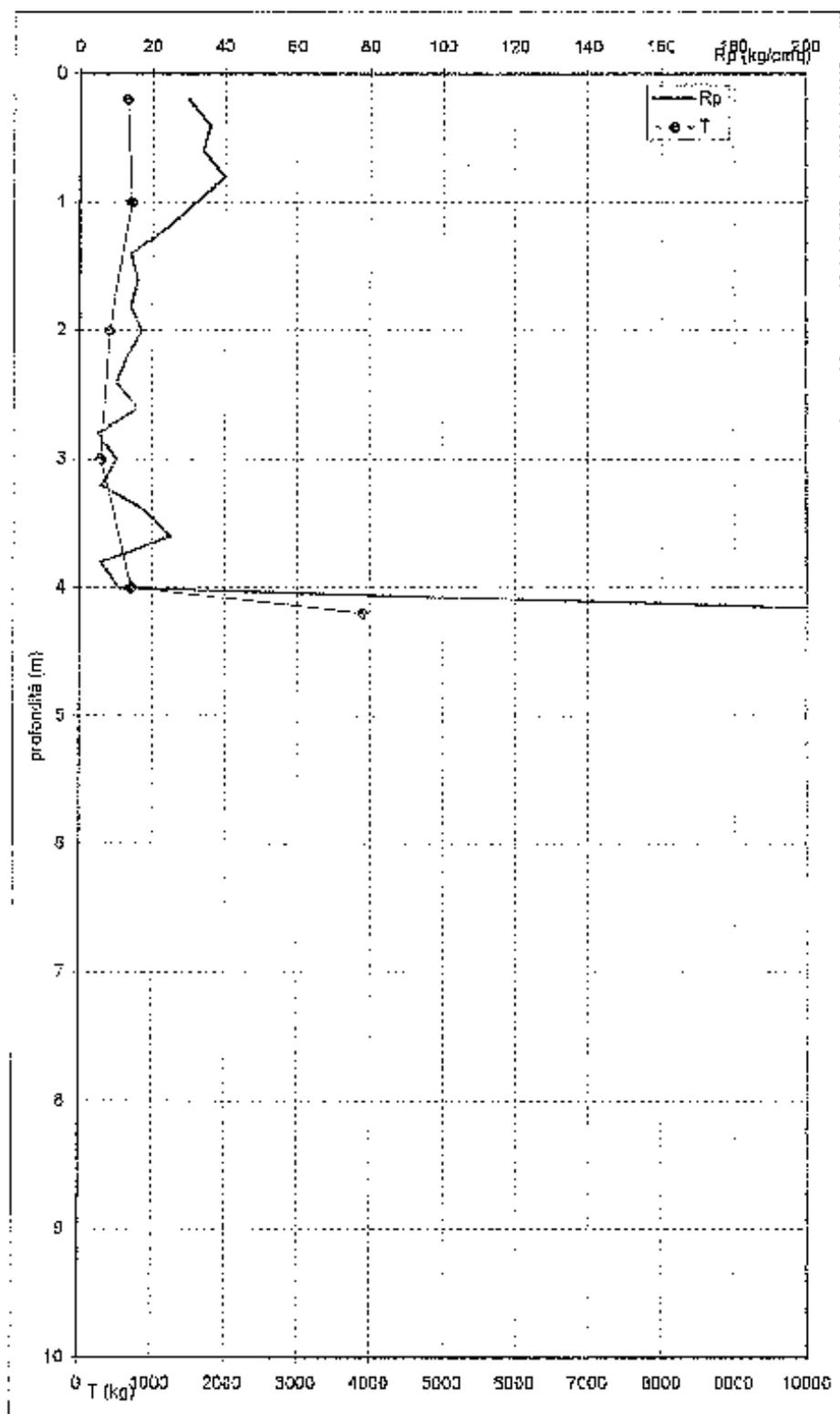
## Prova penetrometrica N° 1

Comittente: Comune di Caponnozi      Data: 24/07/00  
 Località: Caponnozi - Capoluogo      File: ps0007241

Quota: p.c.	Livello della falda:			Parametri meccanici del terreno										
	Letture di campagna			Valori derivati			(Searle 1979)				(Begemann 1968)			
profond.	A	B	T	Rp	Rf	Rp/Rf	$\phi$	Dr	Cu	mv	$\psi$	Dr	Cu	mv
0,2	300		650	30										
0,4	350		600	36										
0,6	340	440	640	34	0,7	51,0	30,0	38%	--	0,015	30,0	36%	--	0,015
0,8	400	480	690	40	0,5	75,0	32,1	40%	--	0,013	32,1	40%	--	0,013
1	320	540	710	32	1,5	21,8	--	--	1,3	0,010	--	--	1,6	0,010
1,2	240	400	630	24	1,1	22,5	--	--	1,0	0,014	--	--	1,2	0,014
1,4	140	250	540	14	0,7	19,1	--	--	0,6	0,018	--	--	0,7	0,018
1,6	160	300	450	16	0,9	17,1	--	--	0,6	0,016	--	--	0,8	0,016
1,8	140	250	430	14	0,7	19,1	--	--	0,6	0,018	--	--	0,7	0,018
2	170	280	410	17	0,7	23,2	--	--	0,7	0,016	--	--	0,9	0,016
2,2	130	250	400	13	0,8	16,3	--	--	0,5	0,019	--	--	0,7	0,019
2,4	100	190	350	10	0,6	16,7	--	--	0,4	0,025	--	--	0,5	0,025
2,6	160	210	290	16	0,3	49,0	29,1	21%	--	0,031	29,1	21%	--	0,031
2,8	50	130	300	5	0,5	9,4	--	--	0,3	0,050	--	--	0,3	0,050
3	100	130	290	10	0,2	53,0	28,8	15%	--	0,050	28,8	15%	--	0,050
3,2	60	130	330	6	0,5	12,9	--	--	0,3	0,033	--	--	0,4	0,033
3,4	180	240	470	18	0,4	45,0	28,9	23%	--	0,019	28,9	23%	--	0,019
3,6	250	300	790	25	0,3	75,0	32,1	29%	--	0,020	32,1	29%	--	0,020
3,8	60	130	800	6	0,5	12,9	--	--	0,3	0,033	--	--	0,4	0,033
4	110	250	710	11	0,9	11,8	--	--	0,7	0,023	--	--	0,7	0,023
4,2	2500		3900	250										

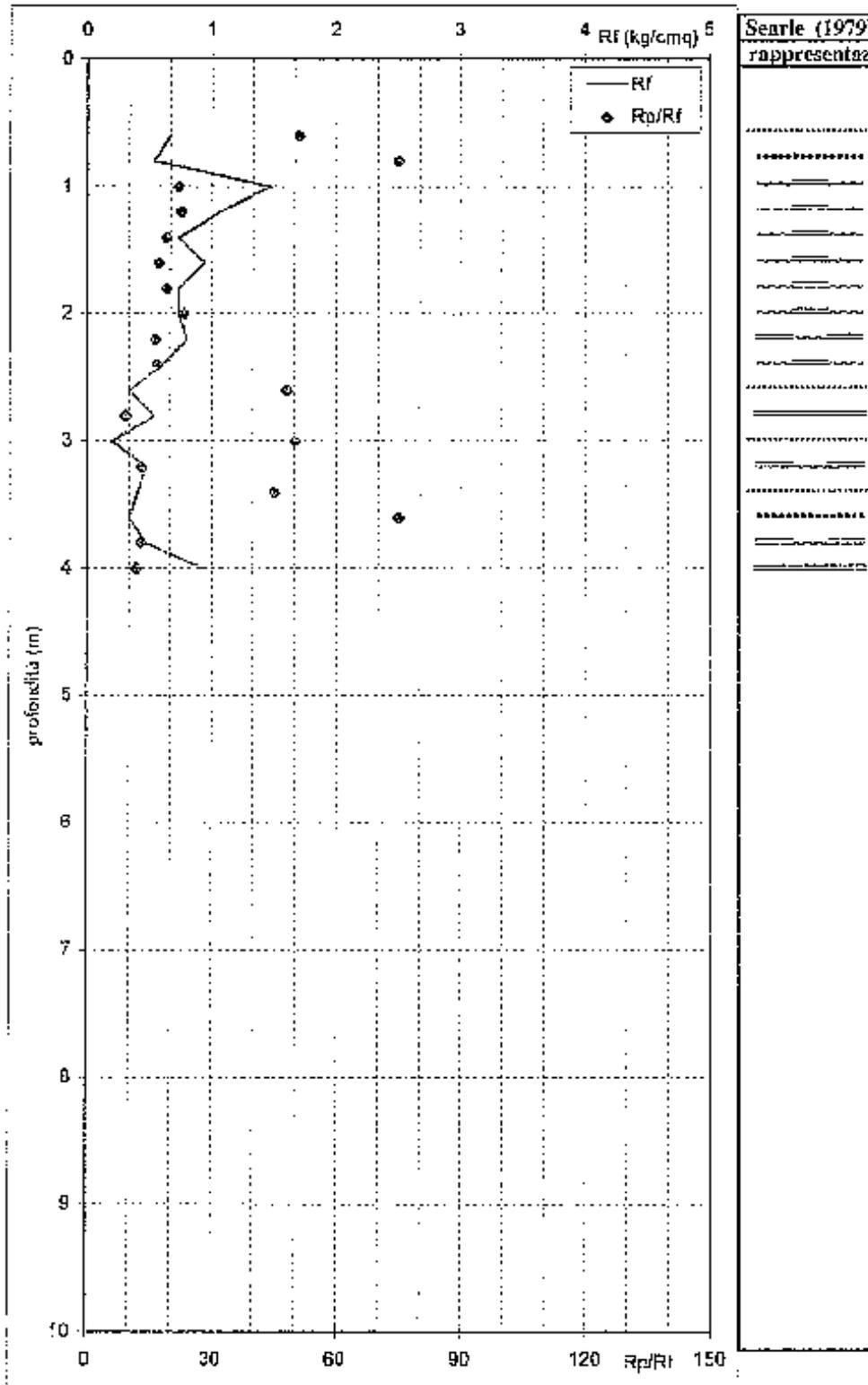
Prova penetrometrica N° 1

Committente: Comune di Capannori  
 Località: Capannori - Capoluogo  
 Data: 24/07/00  
 File: ps0007241



Prova penetrometrica N° 1

Comune: Comune di Capannori      Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo      File: ps0007241



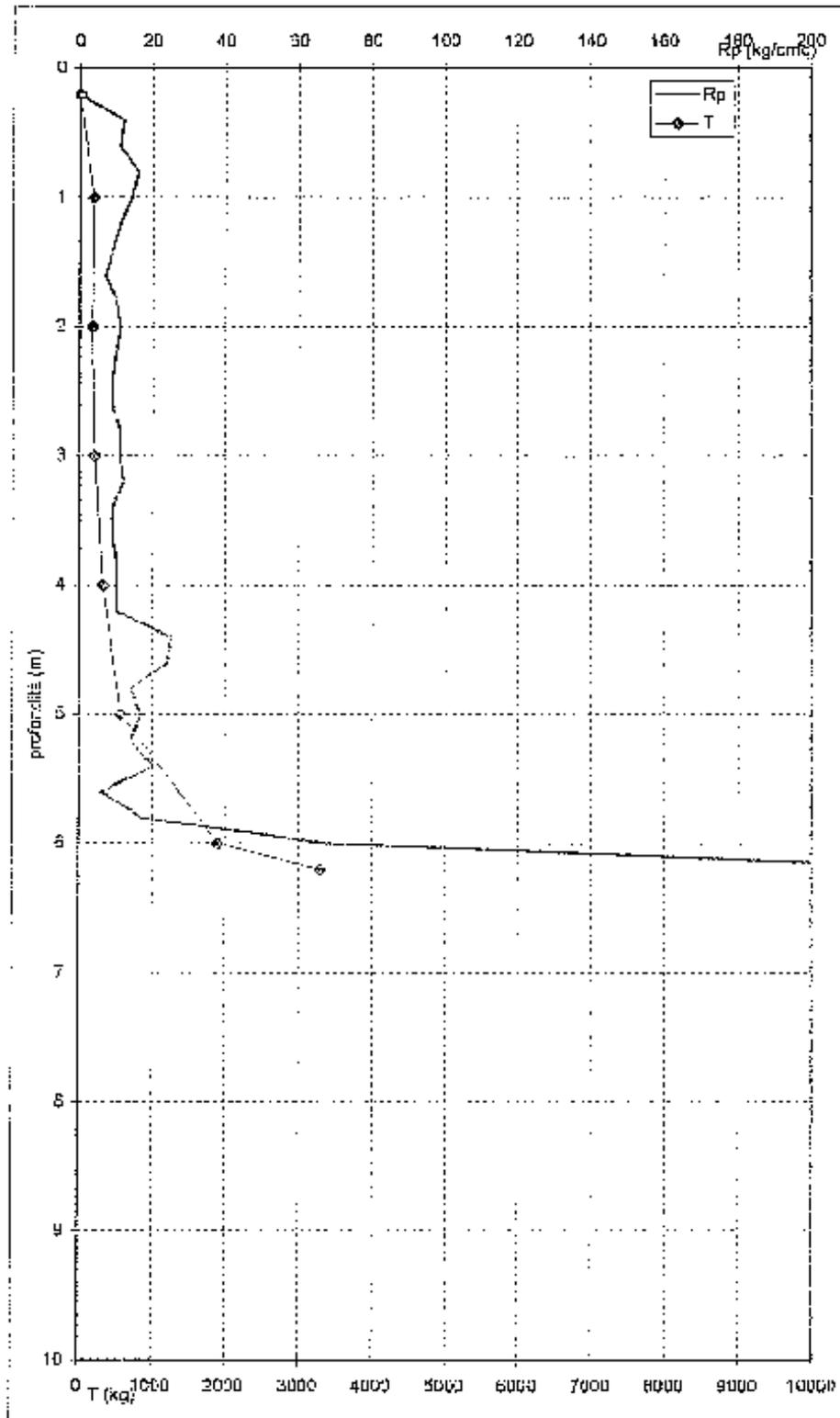
Prova penetrometrica N° 2

Committente: Comune di Capannori      Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo      File: ps0007242

Quota: pavim.	Livello del'a falda:			Parametri meccanici del terreno										
	Letture di campagna			Valori derivati			(Searle 1979)				(Bagemann 1988)			
profond.	A	B	T	Rp	Rf	Rp/Rf	$\psi$	Dr	Cu	mv	$\delta$	Dr	Cu	mv
0,2	0,1		0,1	0										
0,4	120		210	12										
0,6	110	190	210	11	0,5	20,6	--	--	0,4	0,023	--	--	0,3	0,023
0,8	160	250	250	16	0,5	26,7	26,1	34%	--	0,016	--	--	0,5	0,016
1	140	220	200	14	0,5	26,3	26,0	31%	--	0,018	--	--	0,5	0,018
1,2	110	210	210	11	0,7	16,5	--	--	0,4	0,023	--	--	0,6	0,023
1,4	90	200	200	9	0,7	12,9	--	--	0,5	0,032	--	--	0,5	0,032
1,6	70	130	180	7	0,4	17,5	--	--	0,3	0,036	--	--	0,4	0,036
1,8	100	140	170	10	0,3	37,5	27,5	25%	--	0,025	28,8	25%	--	0,025
2	110	150	180	11	0,3	41,3	28,6	16%	--	0,030	28,6	16%	--	0,030
2,2	100	160	190	10	0,4	25,0	25,3	25%	--	0,025	--	--	0,4	0,025
2,4	90	140	200	9	0,3	27,0	25,8	24%	--	0,028	--	--	0,4	0,028
2,6	90	140	190	9	0,3	27,0	25,5	24%	--	0,028	--	--	0,4	0,028
2,8	110	160	200	11	0,5	23,6	25,5	27%	--	0,023	--	--	0,5	0,023
3	110	180	210	11	0,5	23,6	25,5	27%	--	0,023	--	--	0,5	0,023
3,2	120	190	250	12	0,5	26,7	25,9	28%	--	0,021	--	--	0,5	0,021
3,4	90	170	270	9	0,5	16,9	--	--	0,4	0,028	--	--	0,5	0,028
3,6	90	170	280	9	0,5	16,9	--	--	0,4	0,028	--	--	0,5	0,028
3,8	100	160	300	10	0,4	25,0	25,3	25%	--	0,025	--	--	0,4	0,025
4	100	150	320	10	0,3	30,0	26,2	25%	--	0,025	25,5	25%	--	0,025
4,2	100	160	390	10	0,4	25,0	25,3	25%	--	0,025	--	--	0,4	0,025
4,4	250	360	450	25	0,7	34,1	27,9	44%	--	0,013	27,2	44%	--	0,013
4,6	240	370	540	24	0,9	27,7	26,8	43%	--	0,014	26,0	43%	--	0,014
4,8	140	270	530	14	0,9	16,2	--	--	0,6	0,018	--	--	0,7	0,018
5	170	270	570	17	0,7	25,5	25,9	36%	--	0,015	--	--	0,7	0,015
5,2	140	230	600	14	0,6	23,3	--	--	0,6	0,018	--	--	0,7	0,018
5,4	200	280	620	20	0,4	50,0	29,3	25%	--	0,025	29,3	25%	--	0,025
5,6	60	150	540	6	0,6	10,0	--	--	0,4	0,042	--	--	0,4	0,042
5,8	170	200	630	17	0,2	65,0	31,7	12%	--	0,029	31,7	12%	--	0,029
6	690	800	1900	69	0,7	94,1	34,6	40%	--	0,010	34,6	40%	--	0,010
6,2	2500		3300	250										

Prova penetrometrica N° 2

Committente: Comune di Capannori      Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo      File: ps0007242







## Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

(Classifica ISSMFE 1988)

Committente: Comune di Capannori  
 Località: Capannori - Capoluogo  
 Data: 24/07/00  
 N° totale di prove: 2

Cartella: Capannori000724

Penetrometro dinamico supermesante tipo "Emilia"

Ditta produttrice: PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT  
 Modello: TG63-100

### Caratteristiche

M = 63,5 kg peso massa battente  
 H = 75 cm altezza di caduta del maglio  
 Ms = 0,7 kg peso sistema di battuta (massa passiva)  
 d = 5,1 cm diametro punta conica  
 A = 20 cmq sezione della punta conica  
 $\phi$  = 60° angolo apertura punta  
 L = 1,0 m lunghezza aste  
 da = 3,2 cm diametro delle aste  
 dr = 4,8 cm diametro eventuale rivestimento  
 Pa = 6,25 kg peso delle aste  
 S = 20 cm penetrazione standard

### Legenda

$N_{20}$  = numero di colpi/penetrazione standard  
 $R_d$  = resistenza dinamica alla punta (kg/cmq)  
 $N_{20}^*$  = numero di colpi corretto in funzione dell'attrito sulle aste  
 $R_d^*$  = resistenza dinamica alla punta corretta in funzione dell'attrito sulle aste (kg/cmq)  
 $\beta$  = fattore di corr. con il numero di colpi della prova SPT  
 $N_{spt}$  = numero di colpi della prova SPT

**N.B.:** I valori derivati del numero di colpi della prova SPT si basano sulle correlazioni empiriche o semiempiriche proposte da vari Autori. Si declina qualsiasi responsabilità sull'uso di tali dati senza adeguate verifiche dirette (sondaggi, prove SPT)

Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Capannori Data: 24/7/00  
 Località: Capannori - Capoluogo

Quota: p.c.

Livello della falda:

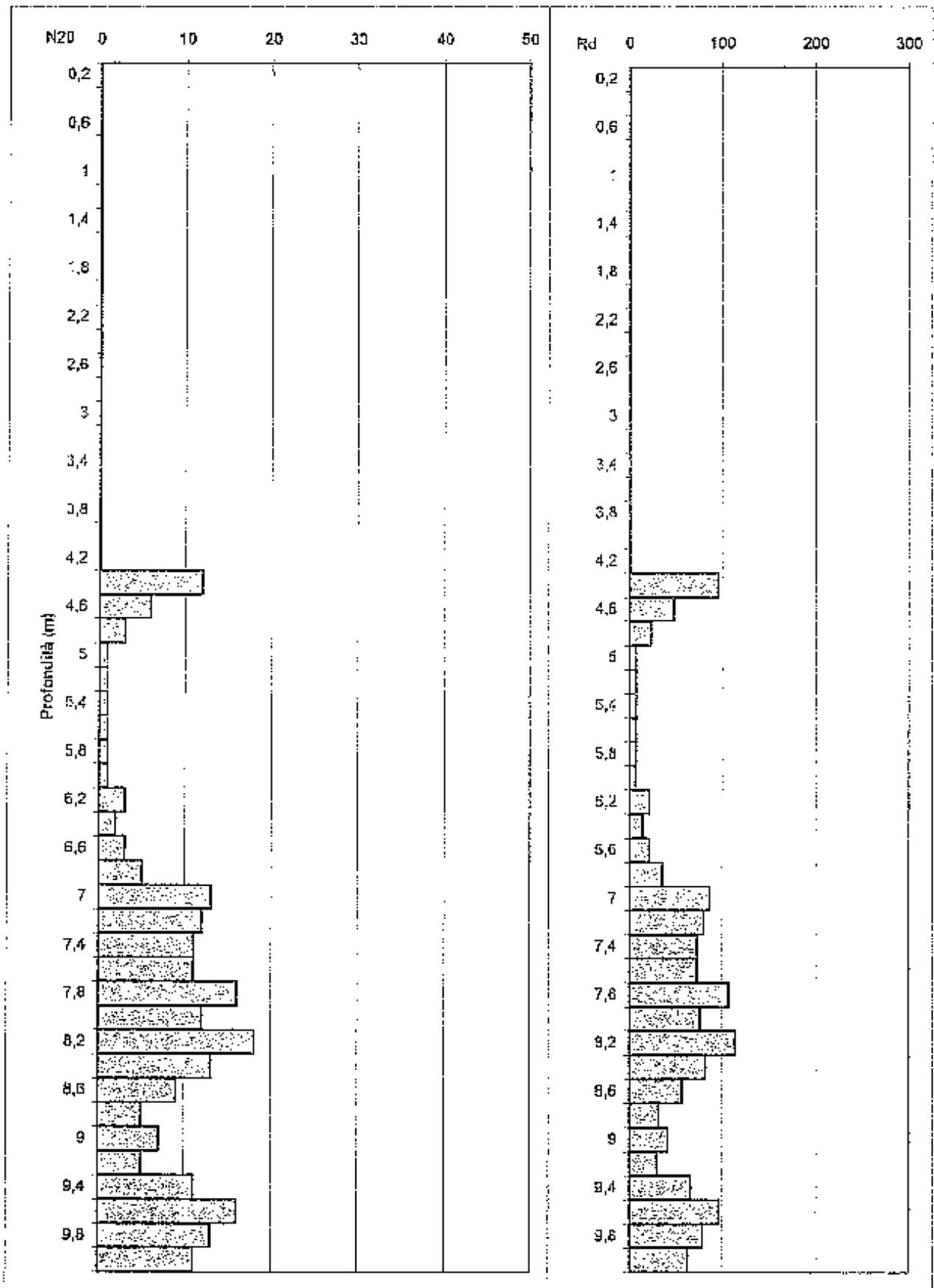
Letture di camp.		Valori derivati				
profond.	N <sub>20</sub>	Rd	N <sub>20</sub> *	Rd*	β	N <sub>spt</sub>
0,2	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,4	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,6	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,8	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
1	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,2	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,4	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,6	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,8	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
2	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,2	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,4	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,5	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,8	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
3	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,2	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,4	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,6	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,8	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
4	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,2	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,4	12	95,25	12	95,25	2,12	25
4,6	6	47,63	6	47,63	2,12	12
4,8	3	23,81	3	23,81	2,12	6
5	1	7,45	1	7,45	2,12	2
5,2	1	7,45	1	7,45	2,12	2
5,4	1	7,45	1	7,45	2,12	2
5,5	1	7,45	1	7,45	2,12	2
5,8	1	7,45	1	7,45	2,12	2
6	1	7,02	1	7,02	2,12	2
6,2	3	21,05	3	21,05	2,12	6
6,4	2	14,03	2	14,03	2,12	4
6,6	3	21,05	3	21,05	2,12	6
6,8	5	35,08	5	35,08	2,12	10
7	13	86,22	13	86,22	2,12	27
7,2	12	79,58	12	79,58	2,12	25
7,4	11	72,95	11	72,95	2,12	23
7,6	11	72,95	11	72,95	2,12	23
7,8	16	106,11	16	106,11	2,12	33
8	12	75,45	12	75,45	2,12	25
8,2	18	113,17	18	113,17	2,12	38
8,4	13	81,73	13	81,73	2,12	27
8,6	9	56,59	9	56,59	2,12	19
8,8	5	31,44	5	31,44	2,12	10
9	7	41,84	7	41,84	2,12	14
9,2	5	29,88	5	29,88	2,12	10
9,4	11	65,74	11	65,74	2,12	23
9,6	16	95,63	16	95,63	2,12	33
9,8	13	77,70	13	77,70	2,12	27
10	11	62,65	11	62,65	2,12	23

Prova penetrometrica N° 1	
Committente Comune di Capannori	Data: 24/7/00
Località: Capannori - Capoluogo	

Letture di camp.		Valori derivati				
profond.	N colpi	Rd	N*	Rd*	$\beta$	Nspt.
10,2	10	56,95	10	56,95	2,12	21
10,4	6	34,17	6	34,17	2,12	12
10,6	13	74,04	13	74,04	2,12	27
10,8	13	74,04	13	74,04	2,12	27
11	6	32,64	6	32,64	2,12	12
11,2	8	43,51	8	43,51	2,12	16

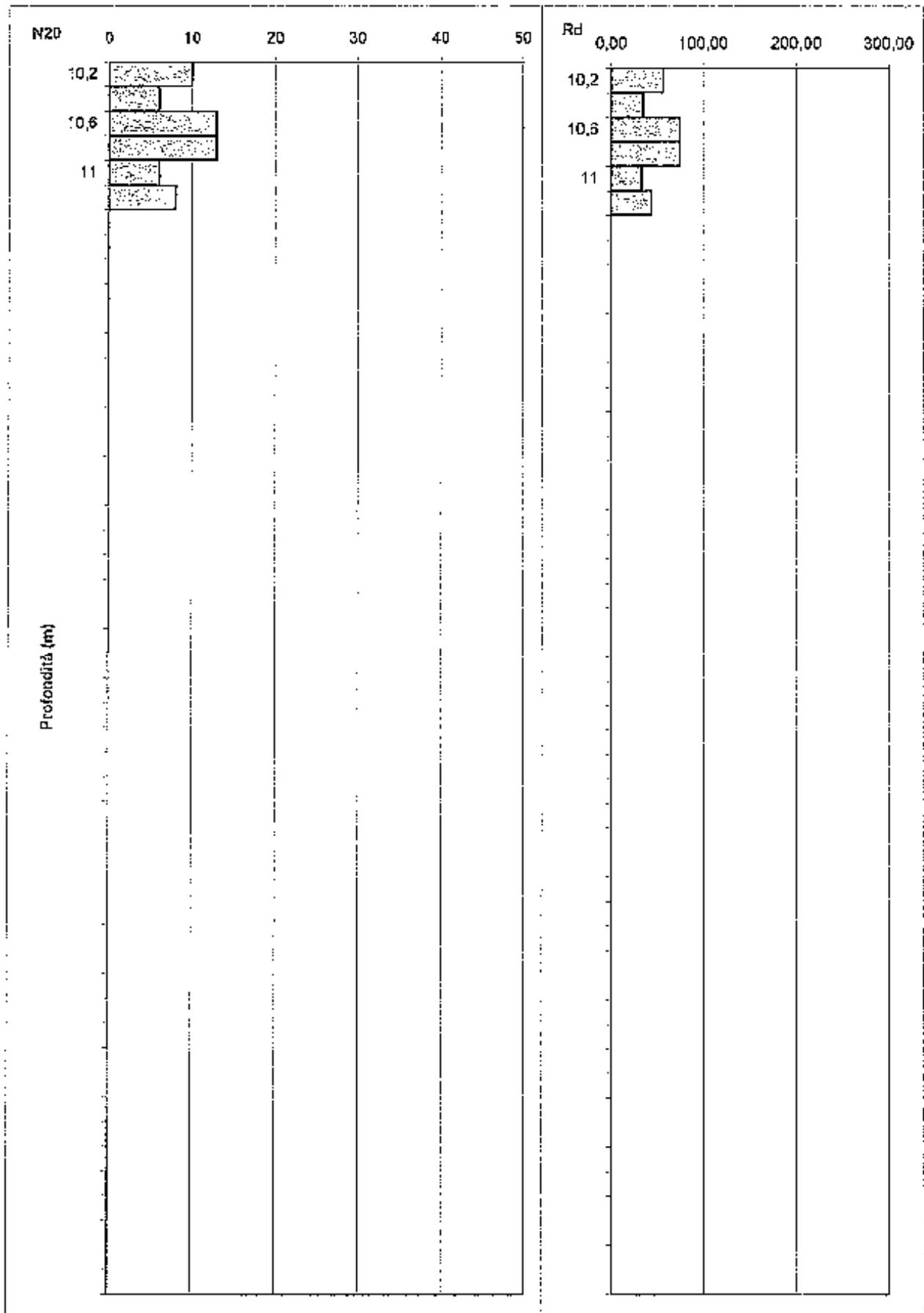
Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Capannori Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo File: pdp000724



Prova penetrometrica N° 1

Committente : Comune di Capannori Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo File: cdp0007241



Prova penetrometrica dinamica pesante

Prova penetrometrica N° 2

Committente : Comune di Capanni Data: 24/7/00  
 Località: Capannori - Capoluogo

Quota: pavimento Livello della falda:

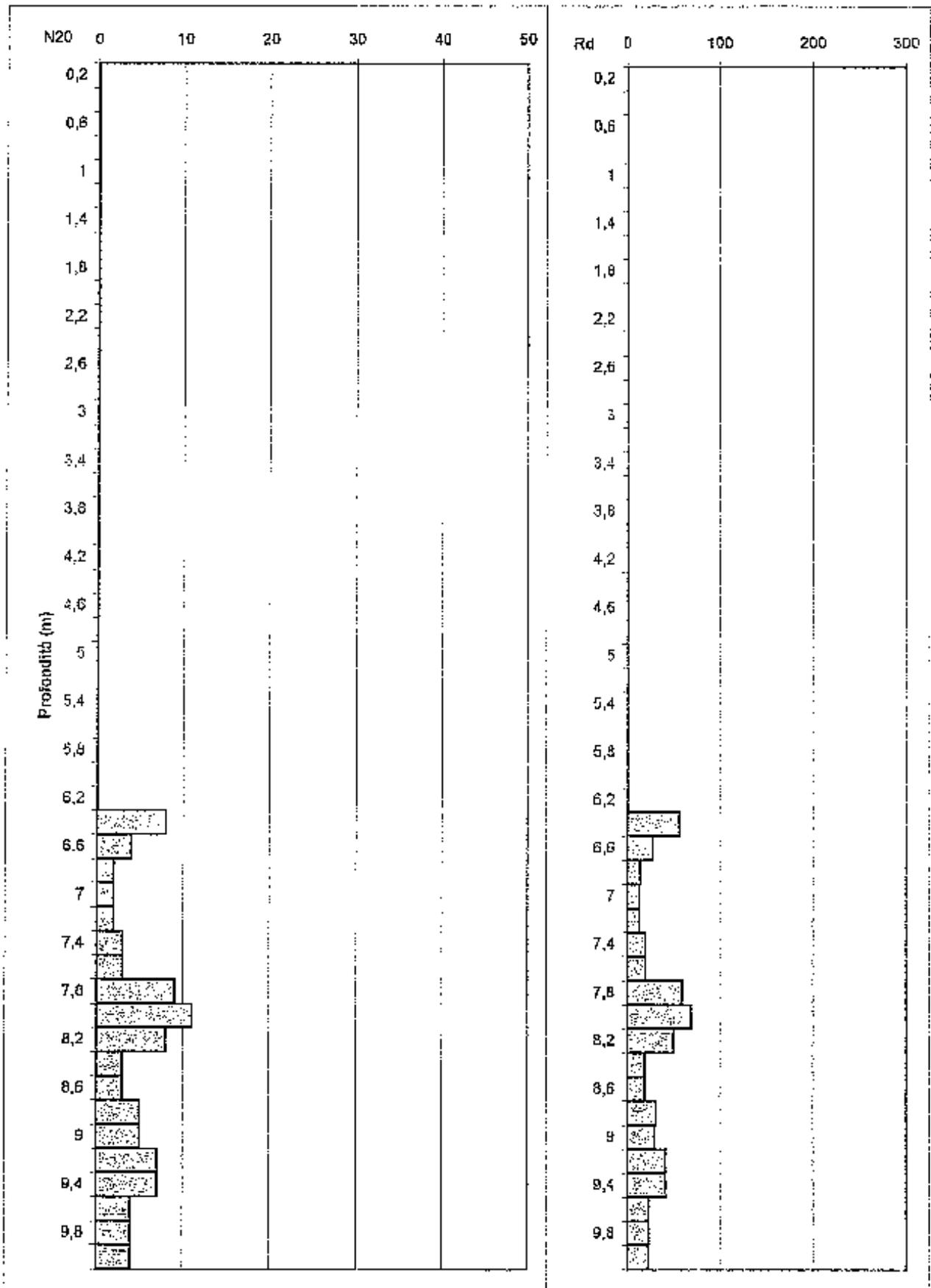
Letture di camp.		Valori derivati				
profond.	Nzo	Rd	Nzo*	Rd*	$\beta$	Nspt
0,2	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,4	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,6	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
0,8	0,1	1,08	0	1,08	2,12	0
1	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,2	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,4	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,6	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
1,8	0,1	0,99	0	0,99	2,12	0
2	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,2	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,4	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,6	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
2,8	0,1	0,91	0	0,91	2,12	0
3	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,2	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,4	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,6	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
3,8	0,1	0,85	0	0,85	2,12	0
4	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,2	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,4	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,6	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
4,8	0,1	0,79	0	0,79	2,12	0
5	0,1	0,74	0	0,74	2,12	0
5,2	0,1	0,74	0	0,74	2,12	0
5,4	0,1	0,74	0	0,74	2,12	0
5,6	0,1	0,74	0	0,74	2,12	0
5,8	0,1	0,74	0	0,74	2,12	0
6	0,1	0,70	0	0,70	2,12	0
6,2	0,1	0,70	0	0,70	2,12	0
6,4	8	56,13	8	56,13	2,12	16
6,6	4	28,07	4	28,07	2,12	8
6,8	2	14,03	2	14,03	2,12	4
7	2	13,26	2	13,26	2,12	4
7,2	2	13,26	2	13,26	2,12	4
7,4	3	19,90	3	19,90	2,12	6
7,6	3	19,90	3	19,90	2,12	6
7,8	9	59,69	9	59,69	2,12	19
8	11	69,16	11	69,16	2,12	23
8,2	8	50,30	8	50,30	2,12	16
8,4	3	18,86	3	18,86	2,12	6
8,6	3	18,86	3	18,86	2,12	6
8,8	5	31,44	5	31,44	2,12	10
9	5	29,88	5	29,88	2,12	10
9,2	7	41,84	7	41,84	2,12	14
9,4	7	41,84	7	41,84	2,12	14
9,6	4	23,91	4	23,91	2,12	8
9,8	4	23,91	4	23,91	2,12	8
10	4	22,78	4	22,78	2,12	8

Prova penetrometrica N° 2	
Committente Comune di Capannori	Data: 24/7/00
Località: Capannori - Capoluogo	

Letture di camp.		Valori derivati				
profond.	N colpi	Rd	N*	Rd*	$\beta$	Nspt
10,2	3	17,09	3	17,09	2,12	6
10,4	6	34,17	6	34,17	2,12	12
10,6	12	68,34	12	68,34	2,12	25
10,8	18	102,51	18	102,51	2,12	38
11	21	114,22	21	114,22	2,12	44

Prova penetrometrica N° 2

Committente : Comune di Capannori Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo File: pdp0007242



Prova penetrometrica N° 2

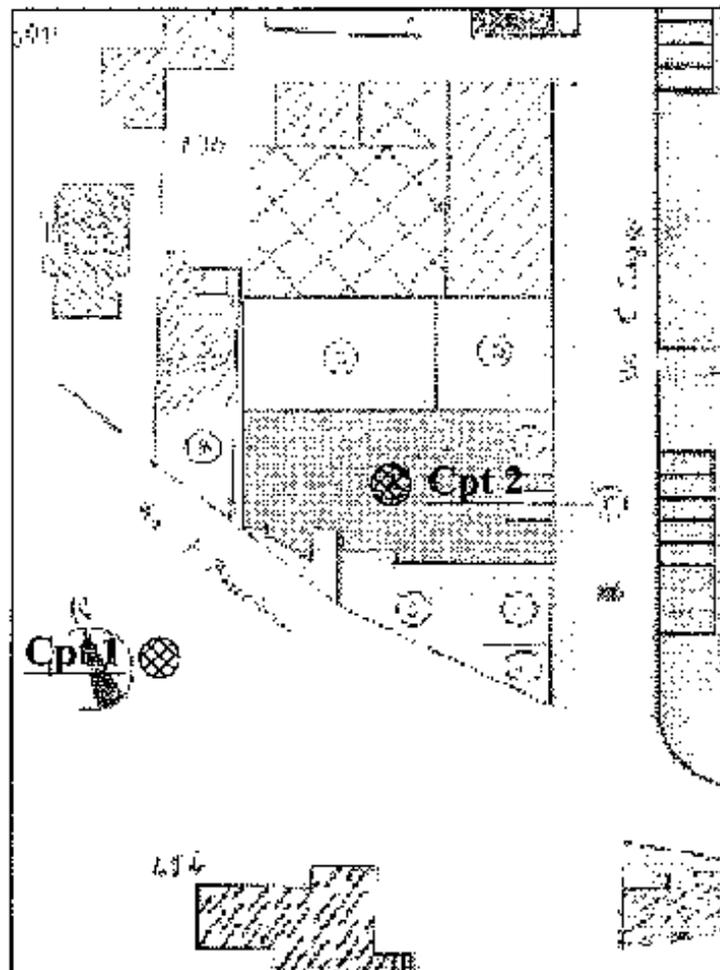
Committente : Comune di Capannori Data: 24/07/00  
 Località: Capannori - Capoluogo File: pdp0007242



# Comune di Capannori (Provincia di Lucca)

## TAVOLA 4

Planimetria di dettaglio (scala 1:200)



⊠ Ubicazione prova penetrometrica

TR003

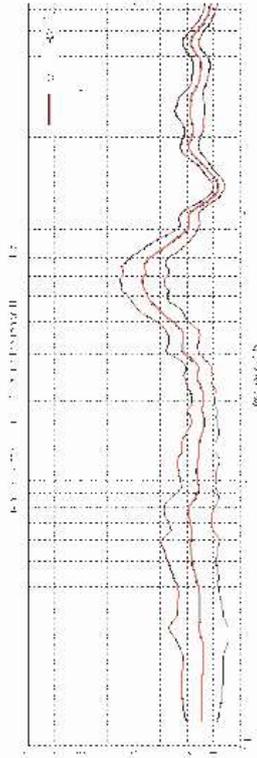
**CAPPANNORI, TASSIGNANO**  
 Coordinate (WGS84): N 43.83533°; E 010.57003

Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 14/01/13 12:19:19  
 Fine registrazione: 14/01/13 12:59:20

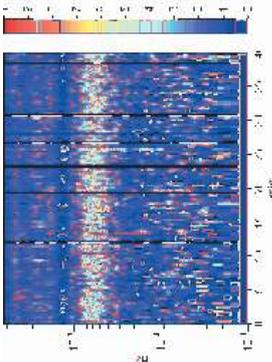
Durata registrazione: 0h40'00";  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestra: 20 s  
 Tipo di liscio: Triangular window  
 Liscio: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: nuvoloso, calma di vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: diversi transienti (traffico veicolare) ed alcuni artefatti di piccola ampiezza



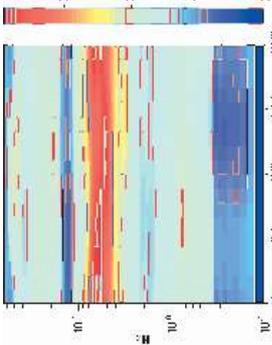
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)



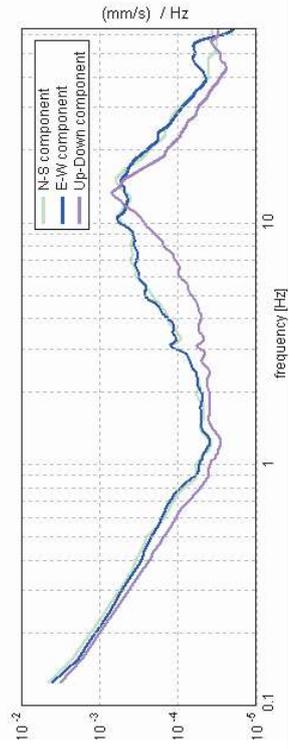
SERIE TEMPORALE HV



DIREZIONALITA' HV



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco H/V a  $5.63 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva HV affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	5.63 > 0.50	OK
$n_2(f_0) > 200$	12600.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 271	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz		
<b>Criteri per un picco HV chiaro</b> [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0] \cup A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	2.975 Hz	OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \cup A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	10.438 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.70 > 2	OK
$f_{masso}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] < 0.05$	0.00616 < 0.05	OK
$\sigma_A < \sigma(f_0)$	0.03466 < 0.28125	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4209 < 1.58	OK

Lunghezza della finestra  
 numero di finestre usate nell'analisi  
 numero di cicli significativi  
 frequenza attuale  
 frequenza del picco HV  
 deviazione standard della frequenza del picco HV  
 valore di soglia per la condizione di stabilità  $\sigma_1 < \sigma(f_0)$   
 ampiezza della curva HV alla frequenza  $f_0$   
 ampiezza della curva HV alla frequenza  $f$   
 frequenza tra  $f_0/4$  e  $f_0$  alla quale  $A_{HV}(f^*) < A_0/2$   
 frequenza tra  $f_0$  e  $4f_0$  alla quale  $A_{HV}(f^*) < A_0/2$   
 deviazione standard di  $A_{HV}(f)$ ,  $\sigma_A(f)$  è il fattore per il quale la curva  $A_{HV}(f)$  media deve essere moltiplicata o divisa  
 deviazione standard della funzione log  $A_{HV}(f)$   
 valore di soglia per la condizione di stabilità  $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{base}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV (2) (3)**

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1) La forma dell'HV nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2) le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3) assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5) i primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6) durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezioni: nel caso di assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A, non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1) Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2) misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1**: H/V con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2**: H/V senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

**NOTE**

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12  
 (2) - Abareello D., Cesi C., Ezzilli V. et al. (2011). The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geod. Teor. Appl., 32 (3), 515-538.  
 (3) - Abareello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011.

**CAPPANNORI, CAPOLUOGO**

Coordinate (WGS84): N 43,83944°; E 010,57243°

TR113

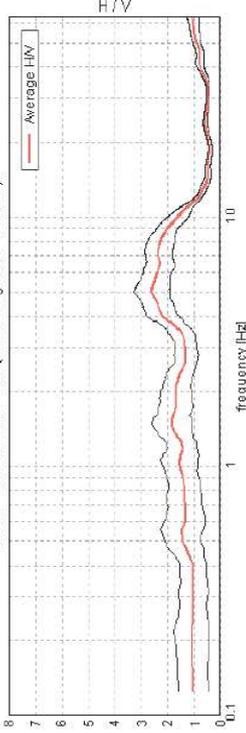
Strumento: TRZ-0101/01-10  
 Inizio registrazione: 12/07/13 08:08:27  
 Fine registrazione: 12/07/13 08:48:28

Durata registrazione: 0h40'00";  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestra: 20 s  
 Tipo di liscio: Triangular window  
 Liscio: 5% (\*) e 10% (\*\*)  
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)  
 Condizioni meteo: sereno, calma di vento  
 Tipo di superficie: terreno naturale  
 Disturbi: rari transienti (traffico veicolare)

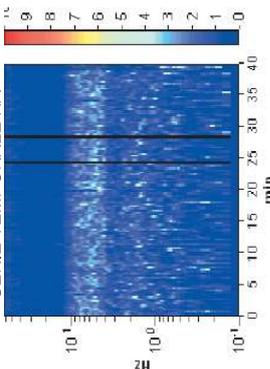


**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE (\*\*)**

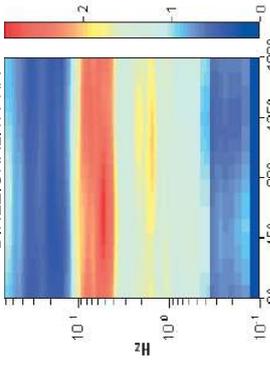
Max. HV at 5.0 ± 0.17 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



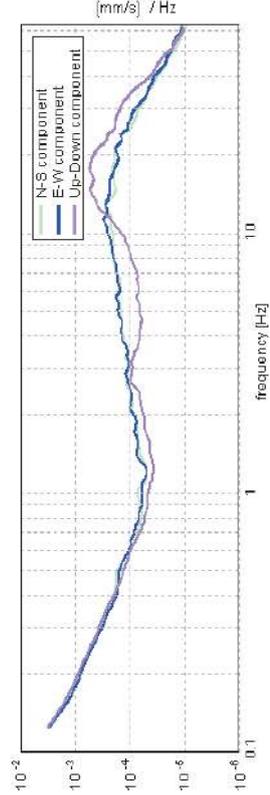
**SERIE TEMPORALE HV**



**DIREZIONALITA' HV**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI (\*)**



**CRITERI SESAME (2004) (1)**

Picco HV a 5.0 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

**Criteri per una curva HV affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	5.00 > 0.50	OK
$n_2(f_0) > 200$	11800.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 241	OK

**Criteri per un picco HV chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$ $A_{HV}(f^*) < A_{f_0}/2$	2.75 Hz	OK
Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{HV}(f^*) < A_{f_0}/2$	10.969 Hz	OK
$A_{f_0} > 2$	2.58 > 2	OK
$f_{\text{fess}}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] < 0.05$	[0.01738] < 0.05	OK
$\sigma_A < \epsilon(f_0)$	0.08688 < 0.25	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3427 < 1.58	OK

Lunghezza della finestra  
 numero di finestre usate nell'analisi  
 numero di cicli significativi  
 frequenza attuale  
 frequenza del picco HV  
 deviazione standard della frequenza del picco HV  
 valore di soglia per la condizione di stabilità  $\sigma_A < \epsilon(f_0)$   
 ampiezza della curva HV alla frequenza  $f_0$   
 ampiezza della curva HV alla frequenza  $f$   
 frequenza tra  $f_0/4$  e  $f_0$  alla quale  $A_{HV}(f^*) < A_{f_0}/2$   
 frequenza tra  $f_0$  e  $4f_0$  alla quale  $A_{HV}(f^*) < A_{f_0}/2$   
 deviazione standard di  $A_{HV}(f)$ ,  $\sigma_A(f)$  è il fattore per il quale la curva  $A_{HV}(f)$  media deve essere moltiplicata o divisa  
 deviazione standard della funzione log  $A_{HV}(f)$   
 valore di soglia per la condizione di stabilità  $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_A \epsilon \theta(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{\text{trans}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA HV (2) (3)**

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve HV prevede le seguenti tre classi di qualità:

**Classe A** (HV affidabile, può essere utilizzata anche da sola)

1)-La forma dell'HV nell'intervallo di frequenza di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura; 2)-le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo; 3)-assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza di interesse; 4)-I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale; 5)-I primi 3 criteri SESAME per una curva HV attendibile sono verificati; 6)-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
 Eccezioni: nel caso di assenza di impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (HV tipo 2, v. sotto).

**Classe B** (HV da "interpretare": va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure vicine)

Almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta (a meno che non si rientri nell'eccezione sopra citata)

**Classe C** (HV scadente e di difficile interpretazione: non va utilizzata)

1)-Misura di tipo B con curva HV che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (derivata) indice di movimento dello strumento durante la misura; 2)-misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:

**Tipo 1:** HV con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)

**Tipo 2:** HV senza picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

**NOTE**

L'ampiezza del picco a 5 Hz potrebbe essere sottostimato per effetto di un'inversione di velocità superficiale (HV < 1 a frequenza massima di circa 11 Hz)

(1)- SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23, 12  
 (2)- Albarello D., Cesà C., Eulivi V. et alii (2011) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonning: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Bull. Geol. Geofis. Teor. Appl., 52 (3), 511-538  
 (3) - Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2, 2011.