

## **VARIANTE** **AL REGOLAMENTO URBANISTICO**

*Variante “Aree produttive di San Pietro a Vico comprese tra via dell’Acquacalda e Via Massagli”*



### **Relazione Geologica**

**Il Responsabile del Procedimento**  
*Ing. Antonella Giannini*



Città di Lucca

## **COMUNE DI LUCCA**

### **RELAZIONE GEOLOGICA A SUPPORTO DELLA VARIANTE “AREE PRODUTTIVE DI SAN PIETRO A VICO COMPRESSE TRA VIA DELL'ACQUACALDA E VIA MASSAGLI”**

Relazione Tecnica

Maggio 2019

---

## INDICE

1. - <i>PREMESSA</i> .....	3
2. - <i>OGGETTO DELLA VARIANTE</i> .....	4
3. - <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO</i> .....	7
3.1 – Inquadramento geologico stratigrafico.....	7
3.2 – Inquadramento idrogeologico.....	8
3.3 – Indagini di riferimento e parametrizzazione geotecnica dei terreni.....	9
4. - <i>MICROZONAZIONE SISMICA</i> .....	11
4.1 – Classificazione sismica del territorio comunale.....	11
4.2 – Prospezioni sismiche e caratterizzazione sismiche dei terreni.....	13
4.3 – Carta delle MOPS.....	15
5. - <i>QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA</i> .....	17
6. - <i>FATTIBILITÀ DELLA VARIANTE</i> .....	21

## ALLEGATI

*All. 1 : TABULATI E DIAGRAMMI DELLE INDAGINI DI RIFERIMENTO*

## 1. - **PREMESSA**

A seguito della istanza formulata dal Presidente del Consiglio di Amministrazione delle Cartiere Modesto Cardella s.p.a con la quale ha presentato al Comune di Lucca una formale richiesta di variante urbanistica (Prot. Gen. 102291) per consentire le necessarie azioni di riordino del sito industriale di San Pietro a Vico, viene redatta la seguente Relazione geologico-tecnica al fine di verificare le condizioni di fattibilità della stessa variante proposta.

La presente relazione tecnica è stata redatta in ottemperanza delle seguenti discipline pianificatorie sovracomunali e normativa regionale e nazionale:

- L.R. 11 dicembre 1998, n. 91 “Norme per la difesa del suolo” e successive integrazioni;
- Istruzioni Tecniche del Programma VEL (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Delibera del Consiglio della Regione Toscana n. 20 del 1° febbraio 2005 – approvazione del “Piano di Bacino del Fiume Serchio, Stralcio Assetto Idrogeologico”;
- PAI Fiume Serchio – I Aggiornamento – Piano approvato con D.P.C.M. 26.07.2013;
- “Variante al PAI Fiume Serchio – II Aggiornamento – Progetto di piano adottato con D.C.Ist. n. 180 del 17.12.2015;
- Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico del Fiume Serchio – Piano approvato con D.P.C.M. 27.10.2016;
- PAI Fiume Serchio – Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del Fiume Serchio al Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale – Progetto di piano adottato con Decreto S.G. n. 39 del 12.06.2018;
- D. Leg.vo 03.04.2006 n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole e successive integrazioni;
- D.G.R. n. 431 del 19/06/2006 – Riclassificazione sismica del territorio regionale;
- D.C.R. n. 37 del 27/03/2015 – Approvazione dell'integrazione del piano di indirizzo territoriale (PIT) con valenza di piano paesaggistico;
- Decreto 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;

- DPGR 09/07/2009 n. 36/R “Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio);
- Documento esplicativo ed applicativo sugli art. 6 e 7 del Regolamento DPGR 36/R/2009;
- Piano di gestione delle acque dell'Autorità del Bacino Pilota del Fiume Serchio approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 08/02/20013;
- Legge Regionale n. 65 del 10/11/2014 – Norme per il governo del territorio;
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/R “Regolamento di attuazione dell'art.62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche”;
- Legge Regionale n. 41 del 24/07/2018 – Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla L.R. 80/2015 e alla L.R. 65/2014;

Nella presente relazione tecnica sono stati analizzati gli atti di pianificazione comunale vigenti conformandoli ai criteri dettati dal DPRG del 25 ottobre 2011 – Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1/2005 in materia di indagini geologiche – 53/R, sia in termini di pericolosità che di fattibilità.

In particolare per la definizione del quadro conoscitivo sono state analizzate le cartografie geologiche, idrogeologiche e sismiche degli strumenti urbanistici comunali, nonché delle classificazioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale).

## **2. - OGGETTO DELLA VARIANTE**

L'area oggetto di variante è ubicata nella porzione centro settentrionale del territorio comunale di Lucca, in corrispondenza dell'abitato di S. Pietro a Vico. Tale area nello specifico si colloca all'interno di un settore di territorio delimitato a sud da Via dei Massagli e a nord-est da Via dell'Acquacalda (vedi Fig. 1, Fig. 2 e Fig. 3).

In particolare l'area ha una forma pseudo-rettangolare ed è caratterizzata da una superficie di circa 85.900 m<sup>2</sup>.





Figura 3 – Immagine Google Earth

La presente variante si rende necessaria poiché con la Variante Generale al R.U. approvata con D.C.C. n. 19 del 15 marzo 2012 tutte le previsioni sulle aree soggette a pianificazione attuativa, eccetto alcune limitate situazioni, sono state dichiarate decadute con una specifica disciplina urbanistica all'art. 140 del R.U. vigente “Ex progetti norma decaduti e aree oggetto di perdita di efficacia”.

In particolare la richiesta presentata all'Amministrazione per il “riordino funzionale del sito” propone di ricomprendere l'intera area di proprietà a destinazione produttiva al fine di una generale riorganizzazione dell'attività, nonché per conformarsi alle norme e regolamenti in materia antincendio e sicurezza sul lavoro.

Tale variante, oltre che alla riqualificazione delle aree suddette, si prefigge anche di risolvere delle problematiche di carattere pubblico connesse con la realizzazione di parcheggi: il primo in prossimità della scuola di San Pietro a Vico (questo in realtà sarà suddiviso in due aree distinte per consentire la realizzazione sia del parcheggio sia di un'area a verde attrezzata), il secondo nei pressi del cimitero. Infine la presente variante prevede la realizzazione di una nuova rotatoria all'intersezione tra Via dell'Acquacalda e Via per Marlia, per agevolare il transito dei mezzi pesanti.



Dal punto di vista geologico-stratigrafico la Piana di Lucca è caratterizzata dalla presenza di un orizzonte di ciottoli, ghiaie e sabbie di considerevole spessore, sede di una ricca falda idrica, depositato dal Fiume Serchio al disopra di più antichi sedimenti lacustri prevalentemente argillosi e argilloso-sabbiosi (Depositi del Ciclo Lacustre di Montecarlo – Villafranchiano) che affiorano e costituiscono a Nord i rilievi collinari di Monte San Quirico. Al disopra del livello prevalentemente ciottoloso vi è, in tutta la piana, una copertura di depositi alluvionali fini (sabbie, limi, argille) di spessore variabile ma generalmente crescente da nord verso sud. La granulometrica di tali depositi decresce invece allontanandosi dall'asta del Serchio con aree prevalentemente limo sabbiose nella parte centro settentrionale della Piana ("Bellettone") e limo argillose con depositi d'ambiente palustre (torbe) nella zona centro meridionale (area del Bientina).

Strutturalmente la Pianura di Lucca fa parte di uno dei bacini intermontani, corrispondenti ad ampie depressioni tettoniche, che cominciarono a delinarsi nell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene Superiore, la quale costituisce il prolungamento verso sud della struttura della Valle del Serchio e sembra continuare nella stessa direzione con quella della Val d'Elsa.

Dal punto di vista morfometrico la Pianura di Lucca è contraddistinta da un andamento pressoché pianeggiante (pendenza media pari allo 0.24%) con quote variabili fra 40 metri slm di Ponte a Moriano e i 10 metri delle aree più depresse. In dettaglio il lotto esaminato è pianeggiante e non interessato da fenomeni d'instabilità gravitativi potenziali o in atto.

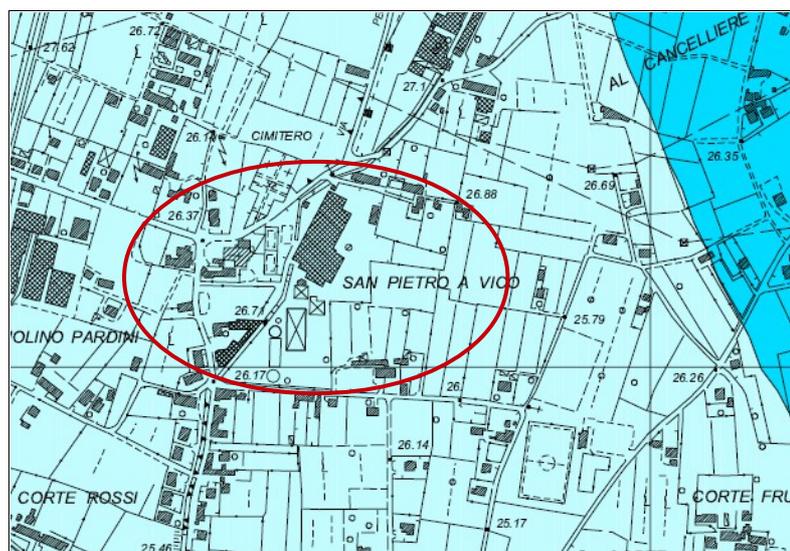
Nell'area oggetto di variante lo spessore medio dei terreni limoso sabbiosi più superficiali, valutato sulla base di indagini geognostiche eseguite in terreni limitrofi al perimetro della variante, è generalmente contenuto nell'ordine di circa 2,0-2,5 metri, cui segue un livello di sabbie, ghiaie e ciottoli da mediamente addensati ad addensati caratterizzati da uno spessore di circa 20,0-25,0 metri.

### ***3.2 – Inquadramento idrogeologico***

Riguardo agli aspetti idrologici dell'area di studio si evidenzia che l'orizzonte ciottoloso ghiaioso presente costituisce l'acquifero della piana lucchese, il quale viene protetto superiormente dai depositi fini e limitato inferiormente dai depositi fluvio-lacustri.

In base a dati disponibili per l'area relativi a misure piezometriche effettuate si può osservare che il livello piezometrico, nei periodi di massima ricarica della falda, si attesta ad una profondità di circa 3,0-4,0 metri dal piano di campagna.

Relativamente alla vulnerabilità dell'acquifero questa è stata determinata sulla base della specifica cartografia facente parte degli elaborati del quadro conoscitivo del Regolamento Urbanistico vigente (vedi Fig. 5).



Grado di vulnerabilità	AREE COLLINARI E VALLIVE		PIANA DI LUCCA
	Metodologia impiegata: zonazione per aree omogenee		Metodologia impiegata: parametrica a punteggi e pesi (SINTACS)
	Tipo di acquifero		Punteggio grezzo
<b>EE</b> <small>Estr. elevato</small>	Rete acquifera in complessi carbonatici fratturati e a carsismo molto sviluppato		260+210
<b>E</b> <small>Elevato</small>	Rete acquifera in complessi carbonatici stratificati, interessati da carsismo e da limitati interstrati argillitici e/o marnosi		210+186
<b>A</b> <small>Alto</small>	Rete acquifera in complessi carbonatici stratificati, interessati da un moderato carsismo e da interstrati argillitici e/o marnosi. Falda acquifera libera in materiali alluvionali a granulometria mista, con scarsa o nulla copertura		186+140
<b>M</b> <small>Medio</small>	Reti acquifere in arenarie molto fratturate Falda acquifera libera in depositi continentali a granulometria mista, sciolti o parzialmente cementati Complessi flyschoidi costituiti da alternanze di litotipi calcareo-arenacei ed argillitico-marnosi con circolazione idrica limitata e compartimentata Reti acquifere in quarziti sedimentarie e metamorfiche molto fratturate		140+105
<b>B</b> <small>Basso</small>	Complessi flyschoidi costituiti da alternanze di litotipi calcareo-arenacei ed argillitico-marnosi con circolazione idrica modesta e compartimentata Depositati prevalentemente argillosi o argilloso-limoso-sabbiosi praticamente privi di circolazione idrica sotterranea Rocce metamorfiche di epi-meso-catazona poco fratturate Reti acquifere in quarziti sedimentarie e metamorfiche		105+80
<b>BB</b> <small>Basissimo</small>	Complessi marnosi ed argillitici con circolazione idrica da assente a molto modesta Complessi caotici argillitico-calcarei-arenacei con circolazione idrica molto compartimentata e limitata		80+0

Figura 5 – Carta della vulnerabilità degli acquiferi (Estratto RU) – fuori scala

Dall'analisi della suddetta cartografia si evidenzia che il sito in oggetto è caratterizzato da una vulnerabilità alta, la quale rappresenta una condizione che è largamente presente nella porzione centrale della piana di Lucca. A tale proposito si precisa che tale condizione risulta scarsamente minimizzata dalla presenza degli orizzonti più fini presenti al disopra dell'orizzonte caratterizzati da una granulometria "grossolana" (acquifero) in quanto questi hanno uno spessore generalmente contenuto (circa 2,50-3,00 metri).

### 3.3 – Indagini di riferimento e parametrizzazione geotecnica dei terreni

Al fine di fornire una parametrizzazione sintetica dei terreni si è fatto riferimento a dati pregressi disponibili nonché a quelli realizzati e/o individuati nell'ambito della stesura del Nuovo Piano Strutturale.

In particolare si è fatto riferimento a n. 2 prove penetrometriche dinamiche, ad una stesa sismica a rifrazione con onde P e SH e una misura di rumore HVSR (dati derivanti dal Nuovo Piano Strutturale), per la cui ubicazione si veda la Figura n. 6.

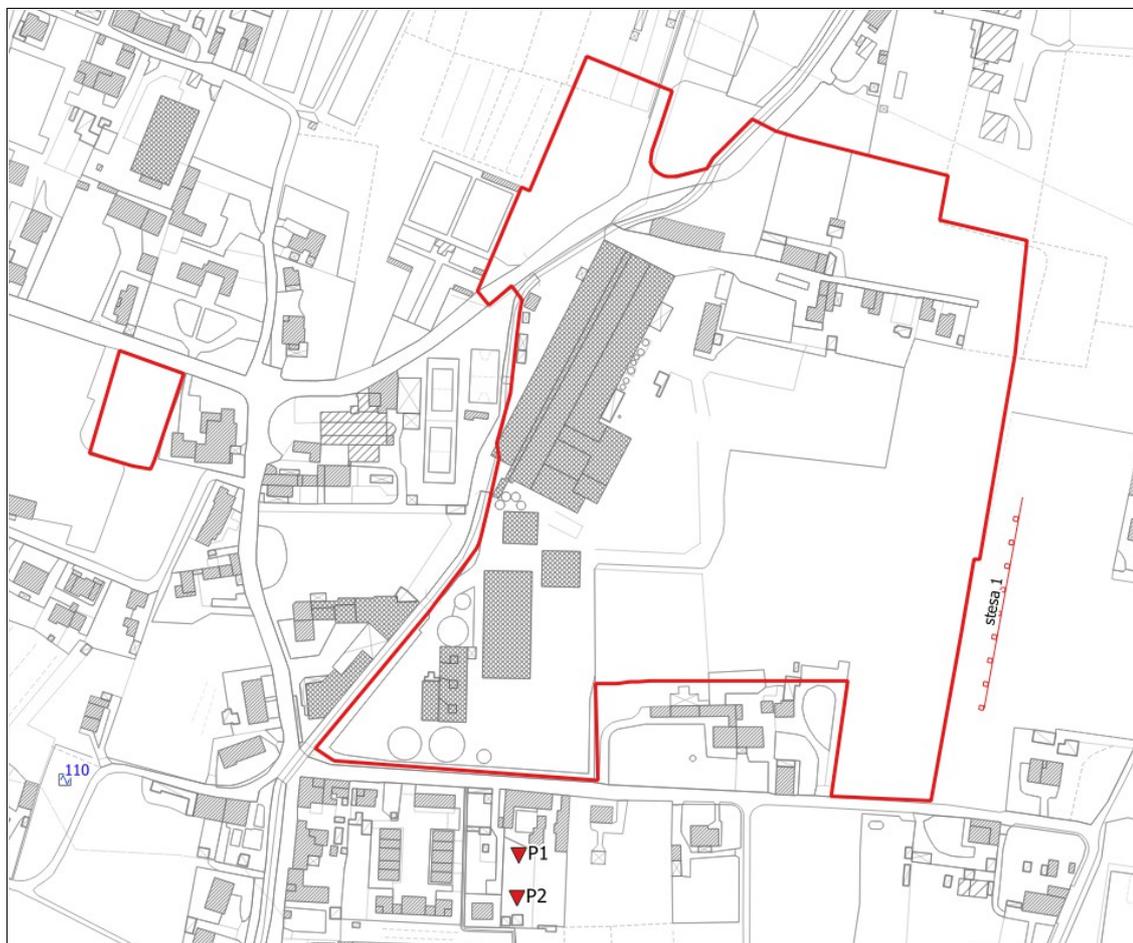


Figura 6 – Planimetria con ubicazione delle indagini – fuori scala

Di seguito si riportano le successioni stratigrafico-geotecniche desunte dalle indagini di riferimento (penetrometrie dinamiche):

#### PENETROMETRIA P1

- |                   |  |
|-------------------|--|
| da m 0.0 a m 1.9: | Limi sabbiosi scarsamente addensati;<br>$N_{spt}=1.8 * \phi=27.5^\circ * R_{pd}=9.4 * mv=0.029$    |
| da m 1.9 a m 2.3: | Limi sabbiosi sciolti;<br>$N_{spt}=0.8 * \phi=27.2^\circ * R_{pd}=3.6 * mv=0.035$                  |
| da m 2.3 a m 3.1: | Limi sabbiosi scarsamente addensati;<br>$N_{spt}=2.5 * \phi=27.7^\circ * R_{pd}=11.3 * mv=0.026$   |
| da m 3.1 a m 3.3: | Ciottoli, ghiaie e sabbie addensate;<br>$N_{spt}=28.0 * \phi=35.0^\circ * R_{pd}=124.3 * mv=0.005$ |

## PENETROMETRIA P2

da m 0.0 a m 2.5:	Limi sabbiosi scarsamente addensati; $N_{spt}=2.5 * \phi=27.7^\circ * R_{pd}=12.6 * mv=0.026$
da m 2.5 a m 2.6:	Ciottoli, ghiaie e sabbie addensate; $N_{spt}=45.5 * \phi=40.0^\circ * R_{pd}=213.0 * mv=0.003$

dove: **N<sub>spt</sub>** è il numero di colpi equivalenti della prova standardizzata SPT (Standard Penetration Test); **φ** è il valore medio dell'angolo di attrito interno (°); **R<sub>pd</sub>** è il valore medio della Resistenza dinamica alla punta (Kg/cm<sup>2</sup>); **mv** è il valore medio del coefficiente di compressibilità volumetrica (cm<sup>2</sup>/Kg) valutato con la relazione di Shultze e Menzenbach.

#### 4. - MICROZONAZIONE SISMICA

##### 4.1 – Classificazione sismica del territorio comunale

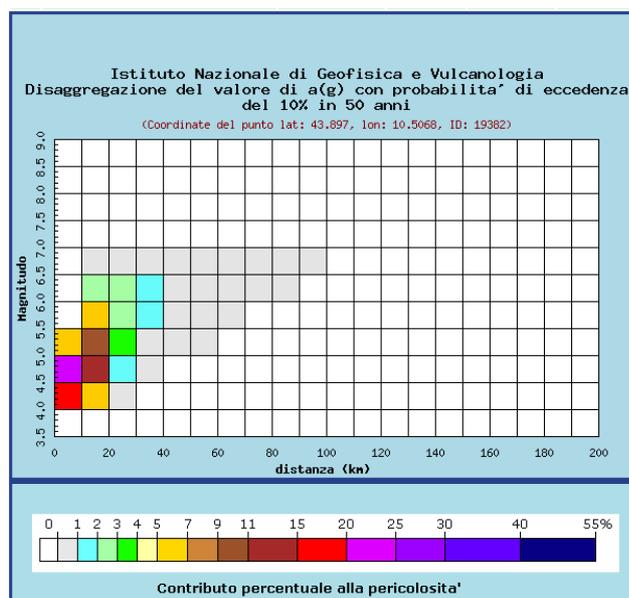
L'intero territorio comunale di Lucca, in ottemperanza della D.G.R. n. 421 del 2014 in sostituzione della DGR n. 878 del 08.10.2012 e a sua volta della D.G.R. n. 431 del 16.06.2006, è stato riconfermato sismico e in “zona 3”, caratterizzato da un'accelerazione massima su suolo rigido ag/g pari a 0,15, in funzione di un tempo di ritorno di 475 anni.

In conformità con il D.M 17 gennaio 2018 le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base, la quale è correlata alle caratteristiche del terreno di fondazione (categoria di suolo / risposta sismica locale), dalla classe dell'edificio su cui si attua l'intervento e dalla localizzazione del sito.

In dettaglio la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio “sito dipendente”: nello specifico, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro punti della griglia di accelerazioni, e, tramite una media pesata, ad esso competerà uno specifico valore di accelerazione, il quale sarà funzione della tipologia della costruzione (vita di riferimento  $V_r$ ) e dal tipo di verifica progettuale (Stati limite di Esercizio SLO (stato limite di operatività) e LSD (stato limite di danno) e Stati limite Ultimi SLV (stato limite di salvaguardia della vita) e SLC (stato limite di collasso)).

Analizzando nel dettaglio la *disaggregazione della pericolosità sismica* che consente di determinare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità del sito in oggetto, questa consente di individuare, attraverso i parametri M (magnitudo) e R (distanza dell'epicentro), il sisma che contribuisce maggiormente alla pericolosità del sito.

Dal sito dell'INGV si ottengono i seguenti dati relativi alla disaggregazione della pericolosità per il sito di S. Pietro a Vico:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni <small>(Coordinate del punto lat: 43.897, lon: 10.5068, ID: 19382)</small>										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	17.800	22.200	6.920	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.620	13.400	10.200	5.210	2.980	0.381	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.128	1.780	3.270	2.840	2.250	0.351	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.019	0.670	1.220	1.200	0.219	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.051	0.361	0.418	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.001	0.066	0.137	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.044	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.980	12.000	1.150

Dall'analisi del grafico si evidenzia che il contributo massimo alla pericolosità sismica per un tempo di ritorno di 475 anni deriva dall'accoppiamento magnitudo  $M=4,5-5,0$  e distanza epicentrale  $R=0,0-10,0$  Km, che corrisponde ad una percentuale del 22,2%. I valori medi indicano eventi con magnitudo  $M=4,980$  e distanza epicentrale di 12 Km.

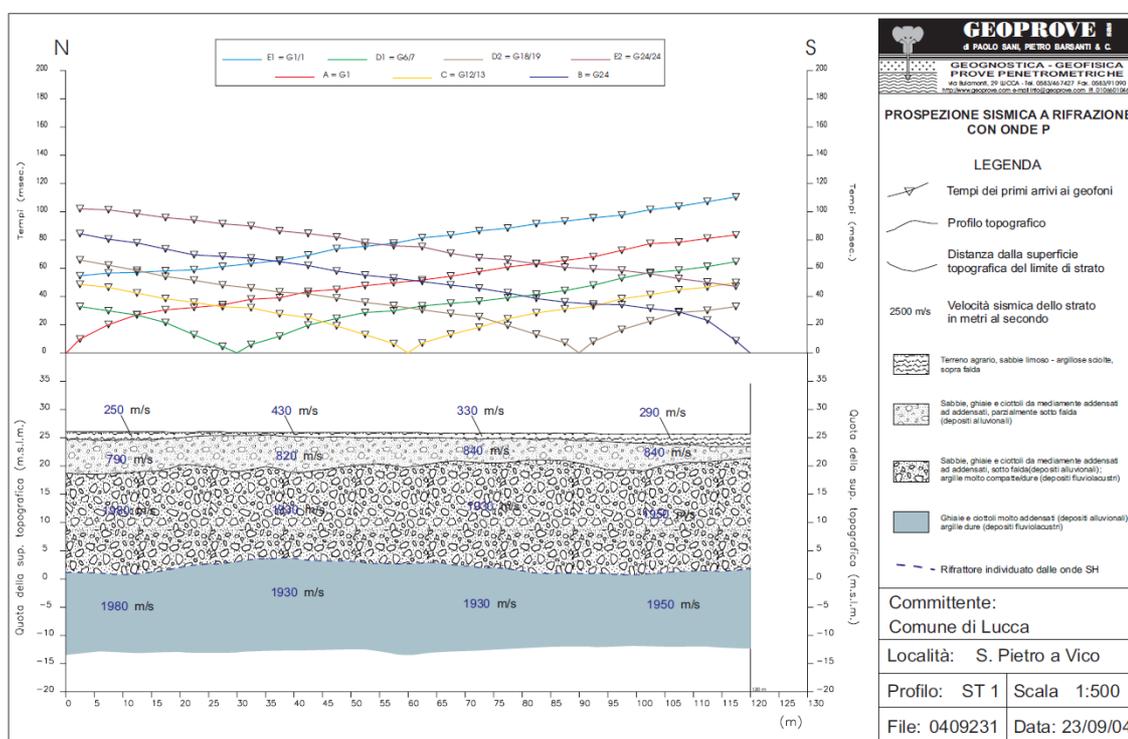
### 4.2 – Prospezioni sismiche e caratterizzazione sismiche dei terreni

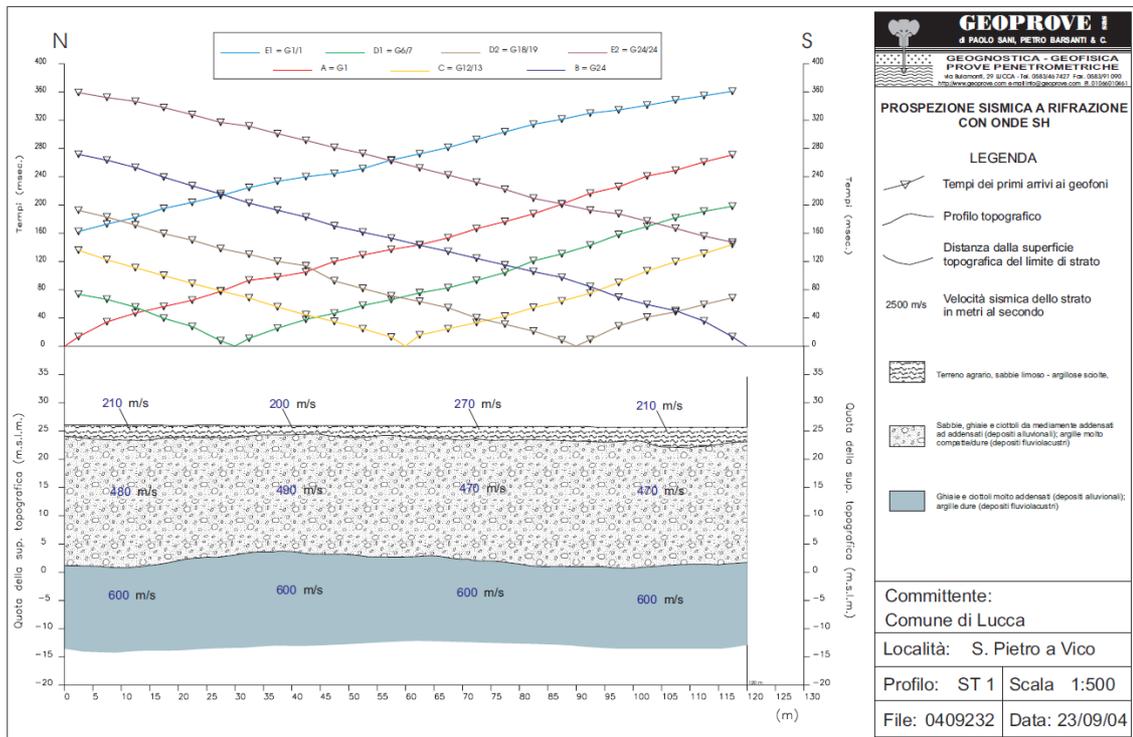
Al fine di parametrizzare i terreni dell'area oggetto di variante sotto il profilo sismico, si è fatto riferimento ad indagini sismiche riportate negli specifici elaborati di cui al Nuovo Piano Strutturale, la cui ubicazione è riportata nella Figura n. 6 di cui al paragrafo precedente.

Le indagini che sono state utilizzate si riferiscono ad una prospezione sismica a rifrazione in onde P ed SH e una misura di rumore HVSR.

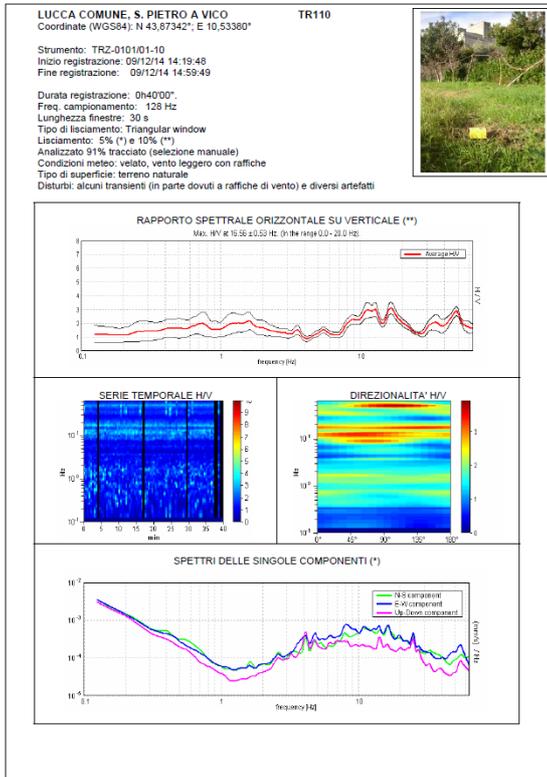
Di seguito si riportano, sia per la prospezione sismica che per la misura di rumore HVSR, i relativi elaborati grafici così come sono stati pubblicati nel Nuovo Piano Strutturale.

#### Stesa sismica 1





**Misura HVSR n. 110**



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

Picco HV a 16.56 ± 0.52 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva HV affidabile (Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti)		
$f_p > 10/L$	16.56 > 3.33	OK
$n_{eff} > 200$	3927 > 200	OK
$\sigma_{eff} < 2$ per $0.3f_p < f < 2f_p$ , se $f_p > 0.5$ Hz	Superato il voto su 7/90	OK
$\sigma_{eff} < 3$ per $0.5f_p < f < 2f_p$ , se $f_p < 0.5$ Hz		
Criteri per un picco HV chiaro (Almeno 2 su 2 dovrebbero essere soddisfatti)		
Esiste $f$ in $[0.4f_p, 1.1A_{HV}(f)] < A_{HV}(f) < A_{HV}(2f)$	7.533 Hz	OK
Esiste $f$ in $[0.4f_p, 1.1A_{HV}(f)] < A_{HV}(f) < A_{HV}(2f)$	22.500 Hz	OK
$A_{HV}(f) > 2$	3.13 > 2	OK
$f_{max}(A_{HV}(f) \pm \sigma_{eff}(f)) = f_p \pm 5\%$	10.01021 < 0.05	OK
$\sigma_{eff}(f) < 4\%$	0.24628 < 0.20313	OK
$\sigma_{eff}(f) < 6\%$	0.2112 < 1.58	OK

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

CLASSE	A	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):**  
1-1-a forma dell'HV nell'intervallo di frequenza di interesse mostra stazionarietà per almeno il 30% della durata della misura; 2-4 variazioni annuali 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 eliminazione localizzata dello spettro della componente verticale; 5-i primi 3 criteri SESAME per una curva HV, ottenibile sono verificati; 6-durata della misura di almeno 15-20 minuti.  
**Esclusione:** 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 tratti 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 frequenza di interesse.

Per le classi A e B si possono inoltre definire le seguenti due sottoclassi:  
Tipo 1 HV con almeno un "picco" "distinto" secondo i criteri SESAME (possibile risonanza)  
Tipo 2 HV senza picco "chiaro" nell'intervallo di frequenza di interesse (ampiezza della curva circa uguale ad 1: assenza di risonanza)

**NOTE**  
Possibilità di risonanza del sottosuolo anche a 1.5Hz. Massimo assoluto della curva HV alterato da artefatti.  
Frequenza più probabile del massimo: circa 15Hz.

(1) - SESAME Project (2004) - Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurement processing and interpretation, WP12, deliverable no. 023.  
(2) - Anagnostou, C., Cser, E., Bazzi, V. et al (2011): The constitution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the April 6, 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Bull. Geofis. Teor. Appl., 12 (3), 113-126.  
(3) - Anagnostou, C. & Castellani, G. (2011): " Tecniche sismiche passive: indagini e studio singolo. Supplemento alla rivista Ingegneria Sismica Anno XXXVIII, n. 2-2011.

I risultati della prospezione sismica evidenziano che il profilo sismo-stratigrafico del sottosuolo sia in onde “P” che “SH” è il seguente:

<b>Prospezione sismica a rifrazione con onde P</b>	
<i>Descrizione orizzonte</i>	<i>Velocità (m/s)</i>
Terreno agrario, sabbie limoso-argillose sciolte, sopra falda	250-430
Sabbie, ghiaie e ciottoli da mediamente addensati ad addensati, parzialmente sotto falda (depositi alluvionali)	790-840
Sabbie, ghiaie e ciottoli da mediamente addensati ad addensati, sotto falda (depositi alluvionali); argille molto compatte/dure (depositi fluvio-lacustri)	1930-1980
Ghiaie e ciottoli molto addensati (depositi alluvionali); argille dure (depositi fluvio-lacustri)	1930-1980

<b>Prospezione sismica a rifrazione con onde SH</b>	
<i>Descrizione orizzonte</i>	<i>Velocità (m/s)</i>
Terreno agrario, sabbie limoso-argillose sciolte	210-270
Sabbie, ghiaie e ciottoli da mediamente addensati ad addensati (depositi alluvionali); argille molto compatte/dure (depositi fluvio-lacustri)	470-490
Ghiaie e ciottoli molto addensati (depositi alluvionali); argille dure (depositi fluvio-lacustri)	600

Si evidenzia altresì che dall'analisi del rapporto spettrale orizzontale su verticale, la misura di rumore HVSR (misura passiva del rumore ambientale mediante stazione singola, che si basa sul calcolo dei rapporti spettrali tra la componente verticale V e quella orizzontale H) non presenta alcuna frequenza di risonanza significativa.

### **4.3 – Carta delle MOPS**

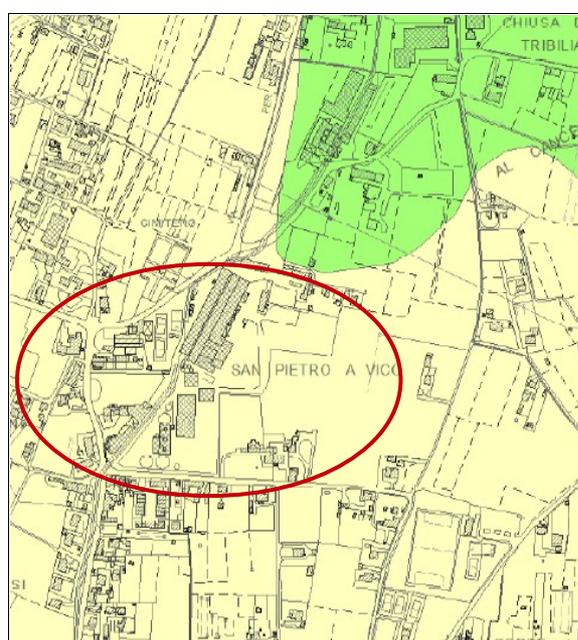
In ottemperanza del Regolamento Regionale 53/R/2011, le varianti al regolamento urbanistico devono essere dotate di studi di microzonazione sismica di Livello 1, che prevede la realizzazione di una specifica carta delle “Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica” (MOPS), necessaria a definire il grado di pericolosità ed il relativo grado di fattibilità dell'intervento.

In dettaglio tale carta deve differenziare il territorio nelle seguenti zone:

- Le zone stabili: zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;

- Le zone suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le zone suscettibili di instabilità: zone suscettibili di attivazione di fenomeni di deformazione permanente de territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Tale cartografia è parte integrante degli elaborati costituente il Nuovo Piano Strutturale. In dettaglio l'area oggetto di variante si colloca in una porzione di territorio classificato come “**zone stabili suscettibili di amplificazione stratigrafica**”. Di seguito si riporta un estratto della suddetta cartografia.



#### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

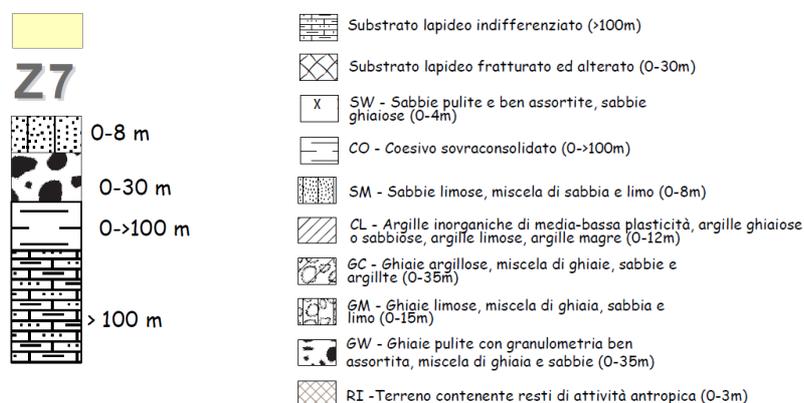


Figura 7 – Carta delle MOPS (Estratto PS) – fuori scala

## 5. - QUADRO CONOSCITIVO ESISTENTE DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA

Il quadro di pericolosità geologica, sismica, idraulica ed idrogeologica esistente viene determinato sulla base delle cartografie del Nuovo Piano Strutturale approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 39 del 24/04/2017. Relativamente agli aspetti geomorfologici e idraulici si è fatto riferimento anche alla “Variante al P.A.I Fiume Serchio – II Aggiornamento” (progetto di piano adottato con D.C.Ist. n. 180 del 17.12.2015) e al “Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico del Fiume Serchio” (piano approvato con D.P.C.M. 27.10.2016), nonché si è tenuto conto della Legge Regionale n. 41/2018 – Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49.

Relativamente al Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del F. Serchio l'area di variante, per quanto attiene agli aspetti legati al rischio frana è classificata come “Aree di fondovalle e/o pianeggianti, con eventuali problemi relativi alla capacità portante dei terreni”. Gli interventi ammissibili sono regolamentati all'art. 15 delle Norme di Piano il quale prevede che *“l'edificabilità è condizionata ai vincoli esistenti sul territorio ed alla esecuzione di indagine geologica e geotecnica nei casi previsti dalla normativa vigente e/o dallo Strumento Urbanistico”*.

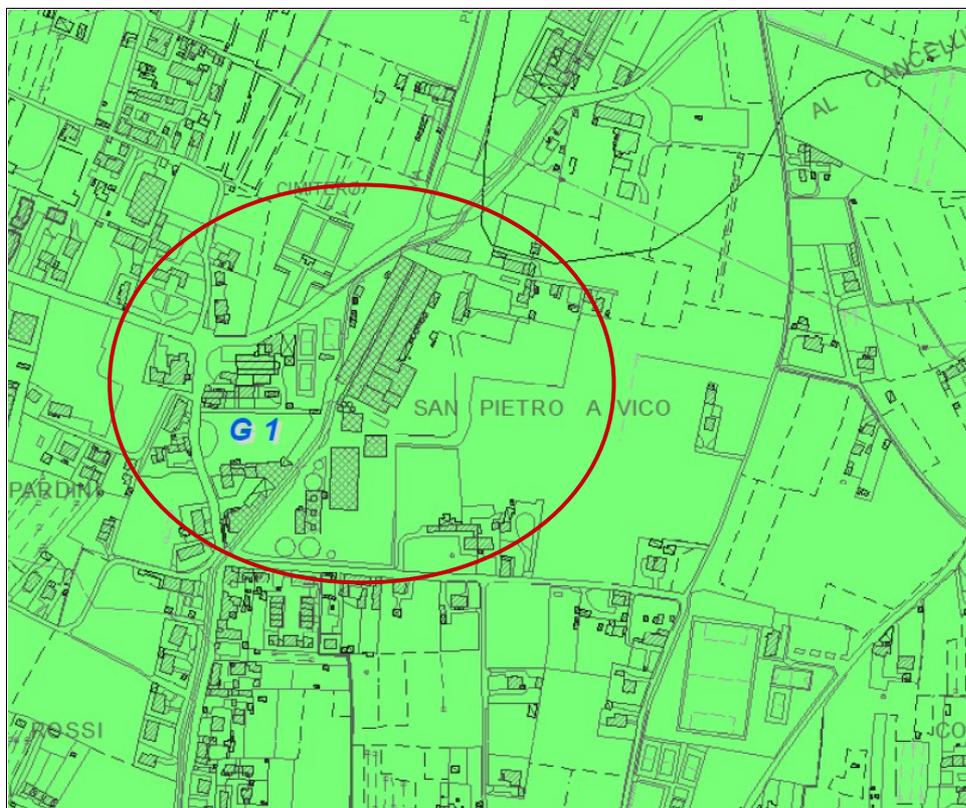
Analogamente per quanto attiene agli aspetti connessi con il rischio idraulico l'area oggetto è classificata come “Area a bassa probabilità di inondazione” (BP)(pericolosità idraulica bassa). Gli interventi in tali zone sono definiti all'art. 25 delle Norme di Piano, il quale al comma 1 per queste aree stabilisce: *“..... sono le aree interessate da allagamenti per sormonto arginale o di sponda determinate da modellazione idrologico-idraulica avente a riferimento eventi con tempo di ritorno 500ennale”*.

Analizzando le cartografie di cui alla Variante PAI di adeguamento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto (adottata con Decreto del Segretario Generale n. 39 del 12.06.2018), nonché la Carta delle aree allagabili per tempo di ritorno 30-200 anni del Nuovo Piano Strutturale (Tavole QC12 – QC13), si evidenzia che l'area di variante è esterna alla perimetrazione di dette aree sia per il tempo di ritorno di 30 anni che per quello di 200 anni. A tale scenario corrisponde una pericolosità idraulica, determinata sulla base dalle cartografie di P.G.R.A, P1 – Alluvioni rare di estrema intensità.

Pertanto in conformità con le risultanze relative alla pericolosità idraulica che caratterizza l'area oggetto di variante si evidenzia, con riferimento alla Legge Regionale n. 41 del 24.07.2018, che tale sito non è interessato da “scenari idraulici per alluvioni frequenti” e da “scenari idraulici per alluvioni poco frequenti”, da cui ne deriva che l'area non è soggetta ai condizionamenti e/o opere per la gestione del rischio alluvioni di cui all'art. 8 della suddetta legge.

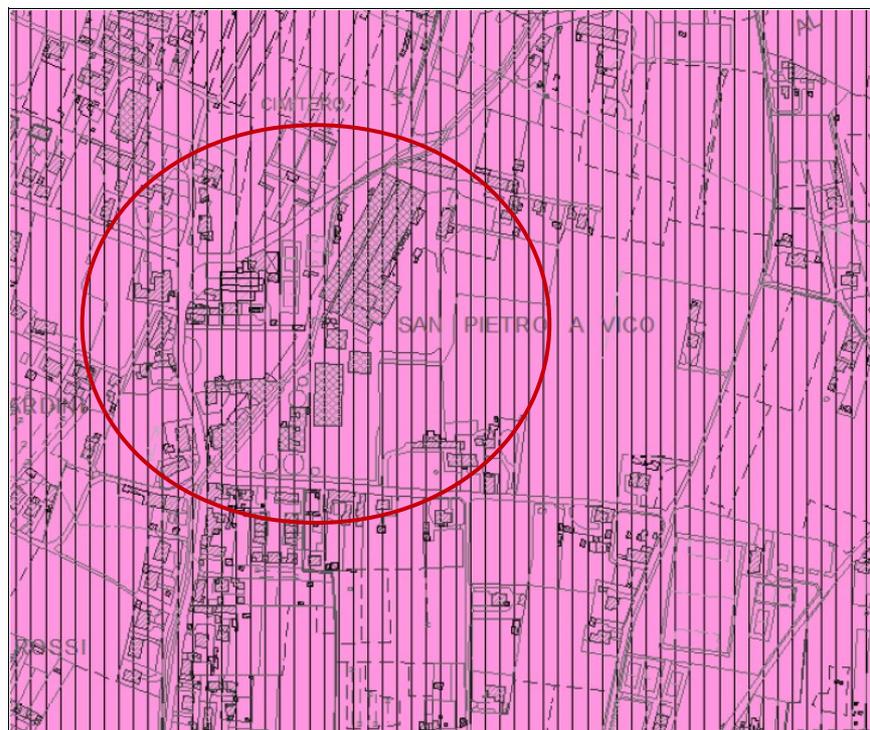
Nello specifico il Nuovo Piano Strutturale è supportato da indagini geologico-tecniche adeguate al D.P.G.R. 53/R/2011, da cui sono state determinate le condizioni di

pericolosità geologica, sismica e idraulica, così come risultante dagli specifici elaborati cartografici contenuti nel piano stesso. Di seguito si riportano gli stralci relativi alle suddette pericolosità per l'area oggetto di variante (Fig. 8, Fig. 9 e Fig. 10).



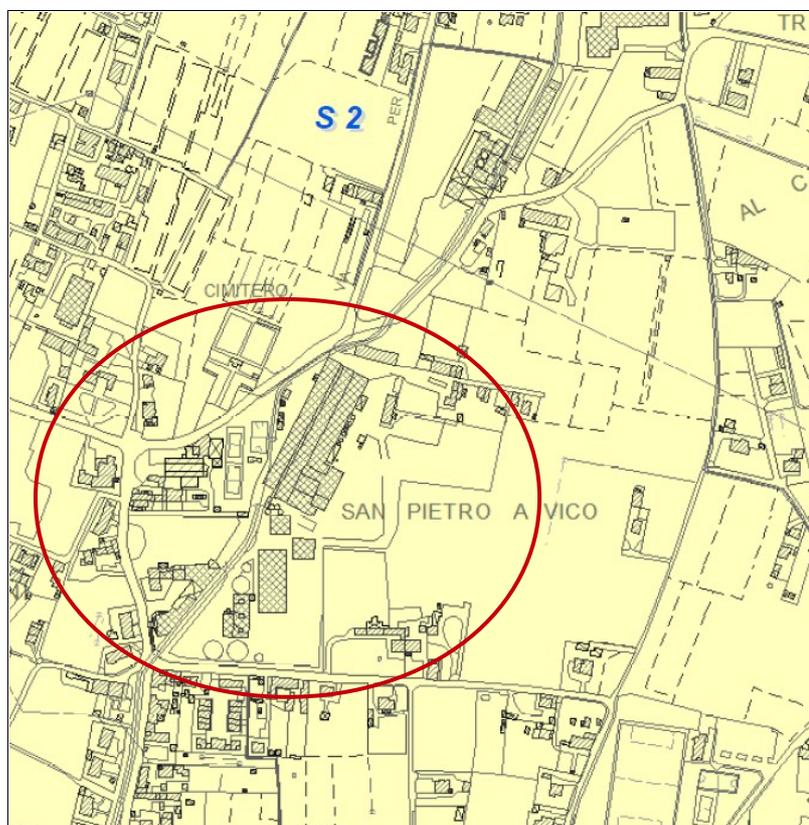
	Classe	Pericolosità	Caratteri
	<b>G.1</b>	BASSA	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Figura 8 – QG05 Carta delle aree a pericolosità geomorfologica (Estratto PS) – fuori scala



Classificazione regolamento 53/R	Classificazione Norme di PAI	Caratteri
I.2 MEDIA	<b>BP</b> P2a	Aree a pericolosità idraulica moderata e $Tr > 200$ anni

Figura 9 – QG15 Carta delle aree a pericolosità idraulica (Estratto PS) – fuori scala



	Classe	Pericolosità	Caratteri
	<b>S.2</b>	<b>MEDIA</b>	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);

Nella tabella di seguito riportata si riassume le condizioni di pericolosità per l'area di variante:

Pericolosità geologica PS	Pericolosità geologica PAI	Pericolosità idraulica PS	Pericolosità idraulica PAI	Pericolosità idraulica PGRA	Pericolosità sismica PS
G.1 Bassa	P1 Bassa	I.2 Media	BP Area a bassa probabilità inondazione	P1 Alluvioni rare	S.2 Media

Infine, si fa presente che tale area ricade in una classe “alta” di vulnerabilità della falda.

## 6. - FATTIBILITA' DELLA VARIANTE

Per quanto concerne alla fattibilità della variante in oggetto questa è stata attribuita in ottemperanza al Regolamento Regionale 53/R in relazione alla tipologia di intervento e alle condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica che gravano sull'area.

Il suddetto regolamento regionale stabilisce che le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo.

**Fattibilità con normali vincoli (F2):** 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.

**Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

**Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Alle luce delle condizioni di pericolosità che gravano sull'area di variante e coerentemente con le relative trasformazioni previste nell'area di variante, vengono riportati qui di seguito i relativi gradi di fattibilità.

**Fattibilità geologica F2.** La progettazione degli edifici industriali dovrà essere supportato da adeguate indagini geologico tecniche, appositamente definite e dimensionate in ottemperanza alle disposizioni di cui al Regolamento Regionale 36/R/2009, il tutto finalizzato alla ricostruzione del modello geologico-geotecnico dei terreni di fondazione, con particolare riferimento alla determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazioni e alla valutazione dei cedimenti.

Per quanto attiene agli interventi di realizzazione della nuova rotatoria e dei parcheggi potranno essere previste anche prove di carico su piastra opportunamente posizionate, per verificare l'effettivo stato di compressibilità degli orizzonti più superficiali.

**Fattibilità idraulica F2** – Nonostante l'area non presenti particolari criticità idrauliche, al fine incrementare le condizioni di sicurezza di eventuali piani interrati si prescrive di rialzare le soglie di ingresso di questi di almeno 10 centimetri rispetto alle aree esterne (piazzali, viabilità ecc.). Si dovranno inoltre attuare tutte le prescrizioni necessarie al fine del contenimento dell'impermeabilizzazione dei suoli.

A tale proposito si riportano qui di seguito le prescrizioni dettate dal PS vigente per la riduzione degli effetti dell'impermeabilizzazione:

1. Al fine di minimizzare gli effetti dell'impermeabilizzazione del suolo le trasformazioni si dovranno assoggettare alle seguenti disposizioni:

a) ogni trasformazione di nuova edificazione (realizzazione di nuovi edifici o ampliamento di edifici esistenti) deve garantire il mantenimento di una superficie scoperta permeabile, cioè tale da consentire l'assorbimento anche parziale delle acque meteoriche, pari ad almeno il 25% della superficie fondiaria di pertinenza del nuovo edificio.

b) In occasione di ogni trasformazione di realizzazione, o di adeguamento, di piazzali, parcheggi, elementi di viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere adottate modalità costruttive che consentono l'infiltrazione, oppure la ritenzione, anche temporanea, delle acque meteoriche. Può essere fatta eccezione soltanto per dimostrati motivi di sicurezza ovvero di tutela di interessi storico ambientali.

c) I progetti delle trasformazioni (ad esclusione della viabilità) comportanti la realizzazione di superfici impermeabili o parzialmente permeabili superiori a 1000 metri quadrati, devono prevedere il totale smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai manti di copertura degli edifici e dalle altre superfici totalmente impermeabilizzate o semipermeabili, ove queste ultime non siano suscettibili, in ragione delle utilizzazioni in atto o previste, di contaminare tali acque, nel suolo degli spazi scoperti, pertinenziali o autonomi, dell'area interessata, ovvero, in subordine, nel reticolo idrografico superficiale, comunque contenendo l'entità media delle portate scaricate, se del caso con la previsione e la realizzazione di vasche volano, o di altri idonei accorgimenti, entro il limite massimo di 50 litri al secondo per ogni ettaro di superficie scolante, valutati tenendo conto di una pioggia oraria con tempo di ritorno ventennale. Soltanto nei casi di comprovata impossibilità di rispettare le predette disposizioni può essere previsto lo smaltimento tramite fognature di acque meteoriche, comunque contenendo il loro contributo, se del caso con la previsione e la realizzazione di vasche volano, entro il limite massimo di 50 litri al secondo per ogni ettaro di superficie scolante, e comunque entro limiti da concordare con il soggetto gestore della rete fognaria, e tali da non porre la necessità di ampliamenti dei collettori fognari principali.

d) I progetti delle trasformazioni (ad esclusione della viabilità) comportanti la realizzazione di superfici impermeabili o parzialmente permeabili comprese tra 200 (franchigia che non potrà essere ripetuta, essendo riferita alla sommatoria degli interventi) e 1000 metri quadrati, devono prevedere il totale smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai manti di copertura degli edifici e dalle altre superfici totalmente impermeabilizzate o semipermeabili, ove queste ultime non siano suscettibili, in ragione delle utilizzazioni in atto o previste, di contaminare tali acque, nel suolo degli spazi scoperti, pertinenziali o autonomi, dell'area interessata, ovvero, in subordine, nel reticolo idrografico

superficiale o in pubblica fognatura, comunque contenendo l'entità media delle portate scaricate, se del caso con la previsione e la realizzazione di vasche volano, o di altri idonei accorgimenti, entro il limite massimo coincidente con quello fornito dall'area nella situazione pre-intervento, valutato tenendo conto di una pioggia oraria con tempo di ritorno ventennale. Può essere fatta eccezione soltanto per dimostrati motivi di sicurezza e di stabilità dei pendii, ovvero di tutela di interessi storici.

2. Le valutazioni di cui al comma precedente devono essere effettuate tenendo conto che:

- a) per superficie si intende quella modificata;
- b) la pioggia oraria ventennale viene fissata in 60 mm;
- c) vengono riconosciute 3 sole tipologie di superfici scolanti con i seguenti coefficienti di deflusso:
  - impermeabile (tetti, piazzali e strade in asfalto/cemento) = 1,
  - artificiale drenante (autobloccanti e asfalti drenanti, ecc.) e piazzali non asfaltati = 0.5
  - area a verde = 0.2
- d) le modalità di stoccaggio provvisorio possono essere: vasche ad hoc, aree a verde ribassate, fosse e collettori fognari;
- e) le acque meteoriche, stoccate con le modalità suddette, dovranno essere immesse nel reticolo idrografico superficiale o in pubblica fognatura tramite una bocca tarata dimensionata in maniera tale che la portata media che da essa può defluire sia minore od uguale al valore limite definito al precedente comma 1;
- f) il calcolo dei volumi di pioggia si deve basare su una intensità costante di pioggia.

**Fattibilità sismica F2** – Sono prescritte indagini geofisiche e sismiche di approfondimento del quadro conoscitivi, le quali devono essere realizzate in conformità del Regolamento Regionale 36/R/2009, e secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del Progetto V.E.L della Regione Toscana. Tale campagna geofisica dovrà ricostruire gli spessori, le geometrie e velocità sismiche dei vari orizzonti litostratigrafici sepolti, con lo scopo di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra i terreni di copertura (depositi alluvionali) ed il bedrock sismico, oppure valutare anche l'eventuale contrasto di rigidità all'interno delle stesse coperture. In relazione ai risultati che ne conseguiranno e in base all'entità delle trasformazioni da attuare, potrà essere anche valutata l'ipotesi di effettuare uno specifico studio di Risposta Sismica Locale (RSL).

Lucca, 21 maggio 2019

**Ordine dei Geologi della Toscana**

**n. 877**

Dott. Geol. Alessandro Paoli

**TABULATI E DIAGRAMMI DELLE INDAGINI DI RIFERIMENTO**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## GENERALITA'

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	330 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

## CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO

MODELLO	Compac Penni 30
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

## RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA $R_{pd}$ (Formula Olandese)

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cmq}]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cmq]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo =  $10/N$  [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

Dr = Densità relativa [%]

$\phi$  = Angolo attrito interno [°]

Y = Peso di volume [t/mc]

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/mq]

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1****Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente:		Data:	9-3-2005
Cantiere:	Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	330 cm
Località:	S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

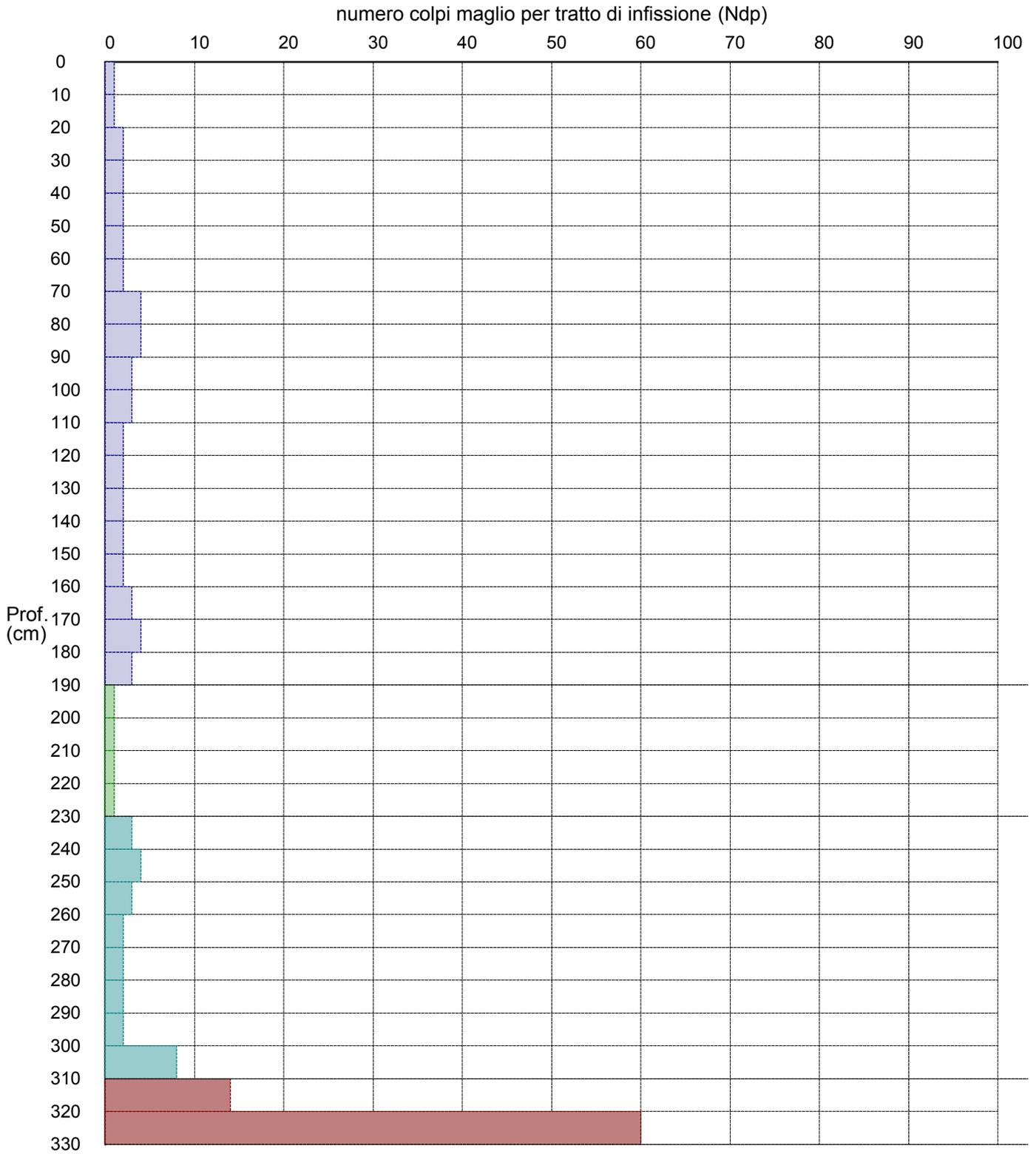
<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>	<i>Prof. (cm)</i>	<i>n° colpi (Ndp)</i>	<i>Rpd (kg/cmq)</i>	<i>n° aste</i>
da 0 a 10	1	4,0	1	da 160 a 170	3	11,3	2
da 10 a 20	1	4,0	1	da 170 a 180	4	15,1	2
da 20 a 30	2	8,0	1	da 180 a 190	3	11,3	2
da 30 a 40	2	8,0	1	da 190 a 200	1	3,6	3
da 40 a 50	2	8,0	1	da 200 a 210	1	3,6	3
da 50 a 60	2	8,0	1	da 210 a 220	1	3,6	3
da 60 a 70	2	8,0	1	da 220 a 230	1	3,6	3
da 70 a 80	4	16,0	1	da 230 a 240	3	10,7	3
da 80 a 90	4	16,0	1	da 240 a 250	4	14,2	3
da 90 a 100	3	11,3	2	da 250 a 260	3	10,7	3
da 100 a 110	3	11,3	2	da 260 a 270	2	7,1	3
da 110 a 120	2	7,5	2	da 270 a 280	2	7,1	3
da 120 a 130	2	7,5	2	da 280 a 290	2	7,1	3
da 130 a 140	2	7,5	2	da 290 a 300	2	6,7	4
da 140 a 150	2	7,5	2	da 300 a 310	8	26,9	4
da 150 a 160	2	7,5	2	da 310 a 320	14	47,0	4
				da 320 a 330	60	201,5	4

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	330 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

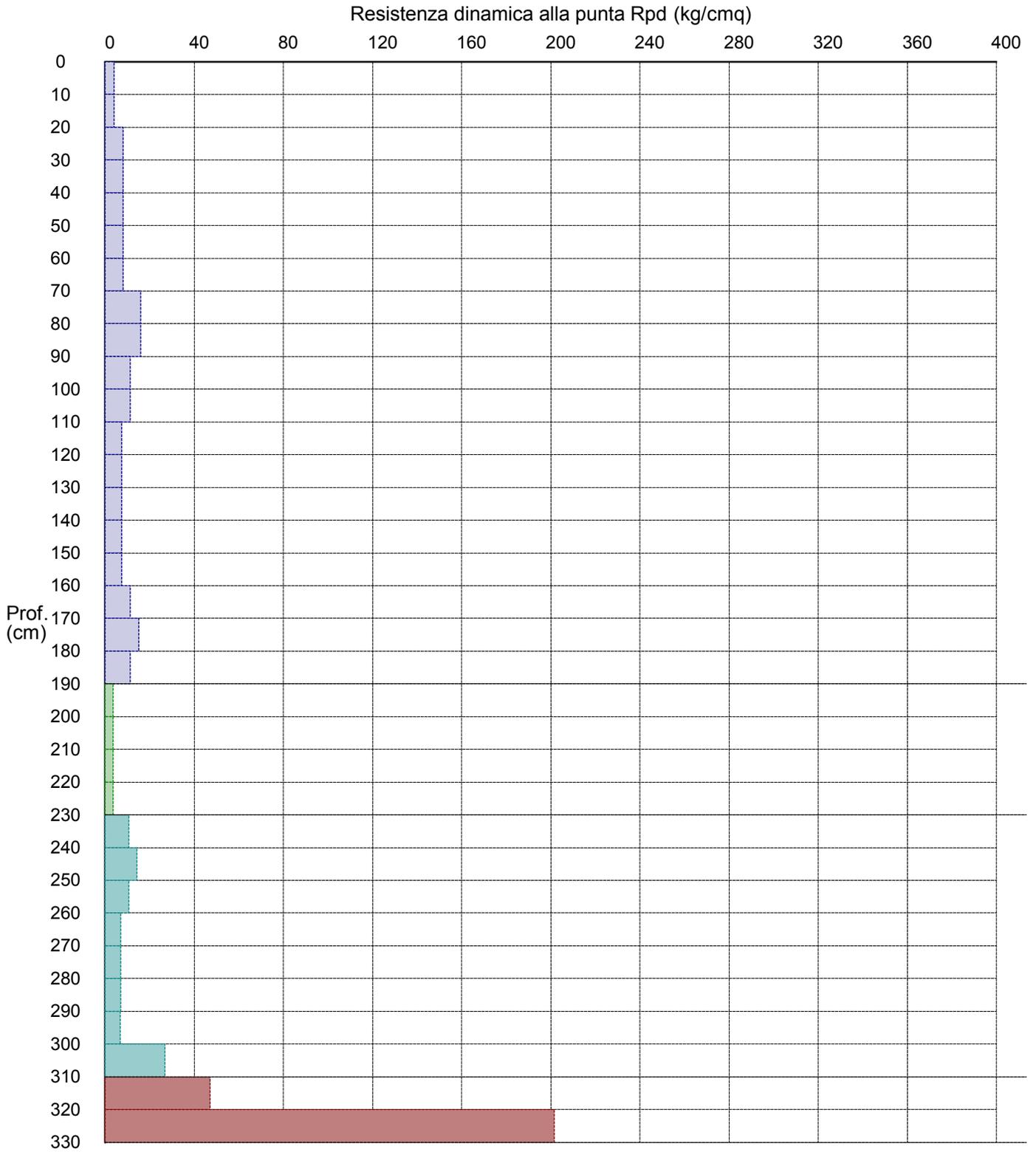


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	330 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1

## Elaborazione statistica e parametri geotecnici

### GENERALITA'

Committente: \_\_\_\_\_ Data: 9-3-2005  
 Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento Prof.tà prova: 330 cm  
 Località: S. Pietro a Vico Prof.tà falda: Falda non rilevata

### ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 1,90	Ndp	1	4	2,4	1,8
		Rpd (kg/cmq)	4,0	16,0	9,4	
2	da 1,90 a 2,30	Ndp	1	1	1,0	,8
		Rpd (kg/cmq)	3,6	3,6	3,6	
3	da 2,30 a 3,10	Ndp	2	8	3,3	2,5
		Rpd (kg/cmq)	6,7	26,9	11,3	
4	da 3,10 a 3,30	Ndp	14	60	37,0	28,0
		Rpd (kg/cmq)	47,0	201,5	124,3	

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato n°	Profondità (m)	Nspt	INCOERENTE			COESIVO		
			Dr (%)	$\phi$ (°)	Y (t/mc)	Ic (-)	Cu (t/mq)	Y (t/mc)
1	da 0,00 a 1,90	1,8	11,9	27,5	1,19	-----	-----	-----
2	da 1,90 a 2,30	,8	8,6	27,2	1,14	-----	-----	-----
3	da 2,30 a 3,10	2,5	13,7	27,7	1,22	-----	-----	-----
4	da 3,10 a 3,30	28,0	61,4	35,0	1,92	-----	-----	-----

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2**

### **GENERALITA'**

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	260 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

### **CARATTERISTICHE TECNICHE PENETROMETRO DINAMICO IMPIEGATO**

MODELLO	Compac Penni 30
TIPO	DPM (medio)
PESO MASSA BATTENTE	M = kg 30
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = cm 20
PESO SISTEMA DI BATTUTA	Pp = kg 12
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = mm 35,70
AREA BASE PUNTA CONICA	A = cmq 10,00
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA ASTE	L = m 1,00
PESO ASTE PER METRO	P = kg 2,9
LUNGHEZZA TRATTO DI INFISSIONE	$\delta = \text{cm } 10$

### **RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA $R_{pd}$ (Formula Olandese)**

$$R_{pd} = M^2 H / A e (M + P + Pp) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

M = Peso massa battente [kg]

A = Area base punta conica [cm<sup>2</sup>]

P = Peso aste per metro [kg/m]

H = Altezza caduta libera [cm]

e = Infissione per colpo = 10/N [cm]

Pp = Peso sistema di battuta [kg]

### **LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI**

Dr = Densità relativa [%]

$\phi$  = Angolo attrito interno [°]

Y = Peso di volume [t/m<sup>3</sup>]

Ic = Indice di consistenza

Cu = Coesione non drenata [t/m<sup>2</sup>]

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2****Tabella valori di resistenza****GENERALITA'**

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	260 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

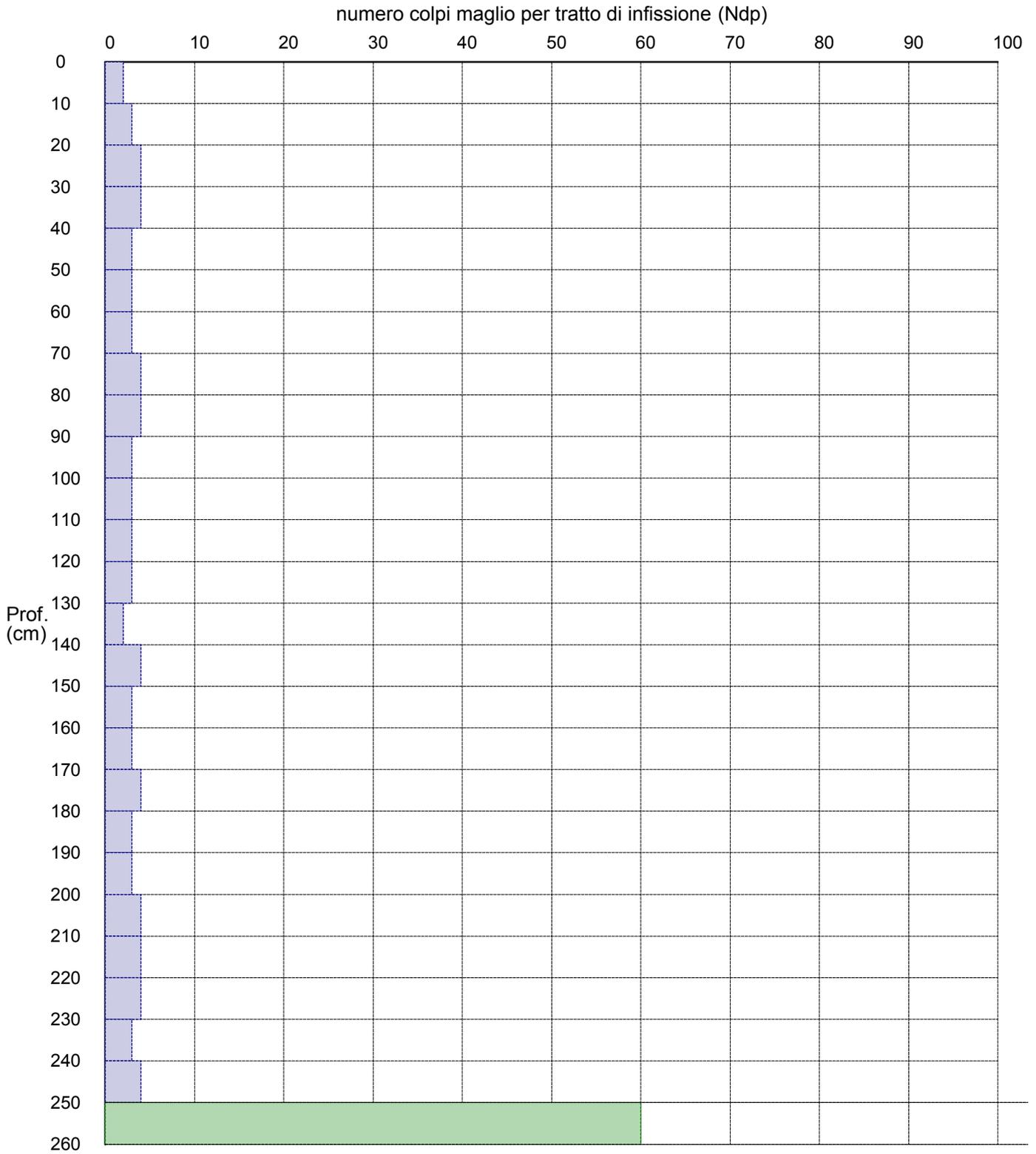
<b>Prof. (cm)</b>	<b>n° colpi (Ndp)</b>	<b>Rpd (kg/cmq)</b>	<b>n° aste</b>	<b>Prof. (cm)</b>	<b>n° colpi (Ndp)</b>	<b>Rpd (kg/cmq)</b>	<b>n° aste</b>
da 0 a 10	2	8,0	1	da 130 a 140	2	7,5	2
da 10 a 20	3	12,0	1	da 140 a 150	4	15,1	2
da 20 a 30	4	16,0	1	da 150 a 160	3	11,3	2
da 30 a 40	4	16,0	1	da 160 a 170	3	11,3	2
da 40 a 50	3	12,0	1	da 170 a 180	4	15,1	2
da 50 a 60	3	12,0	1	da 180 a 190	3	11,3	2
da 60 a 70	3	12,0	1	da 190 a 200	3	10,7	3
da 70 a 80	4	16,0	1	da 200 a 210	4	14,2	3
da 80 a 90	4	16,0	1	da 210 a 220	4	14,2	3
da 90 a 100	3	11,3	2	da 220 a 230	4	14,2	3
da 100 a 110	3	11,3	2	da 230 a 240	3	10,7	3
da 110 a 120	3	11,3	2	da 240 a 250	4	14,2	3
da 120 a 130	3	11,3	2	da 250 a 260	60	213,0	3

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## Grafico Ndp - Profondità

### GENERALITA'

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	260 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata

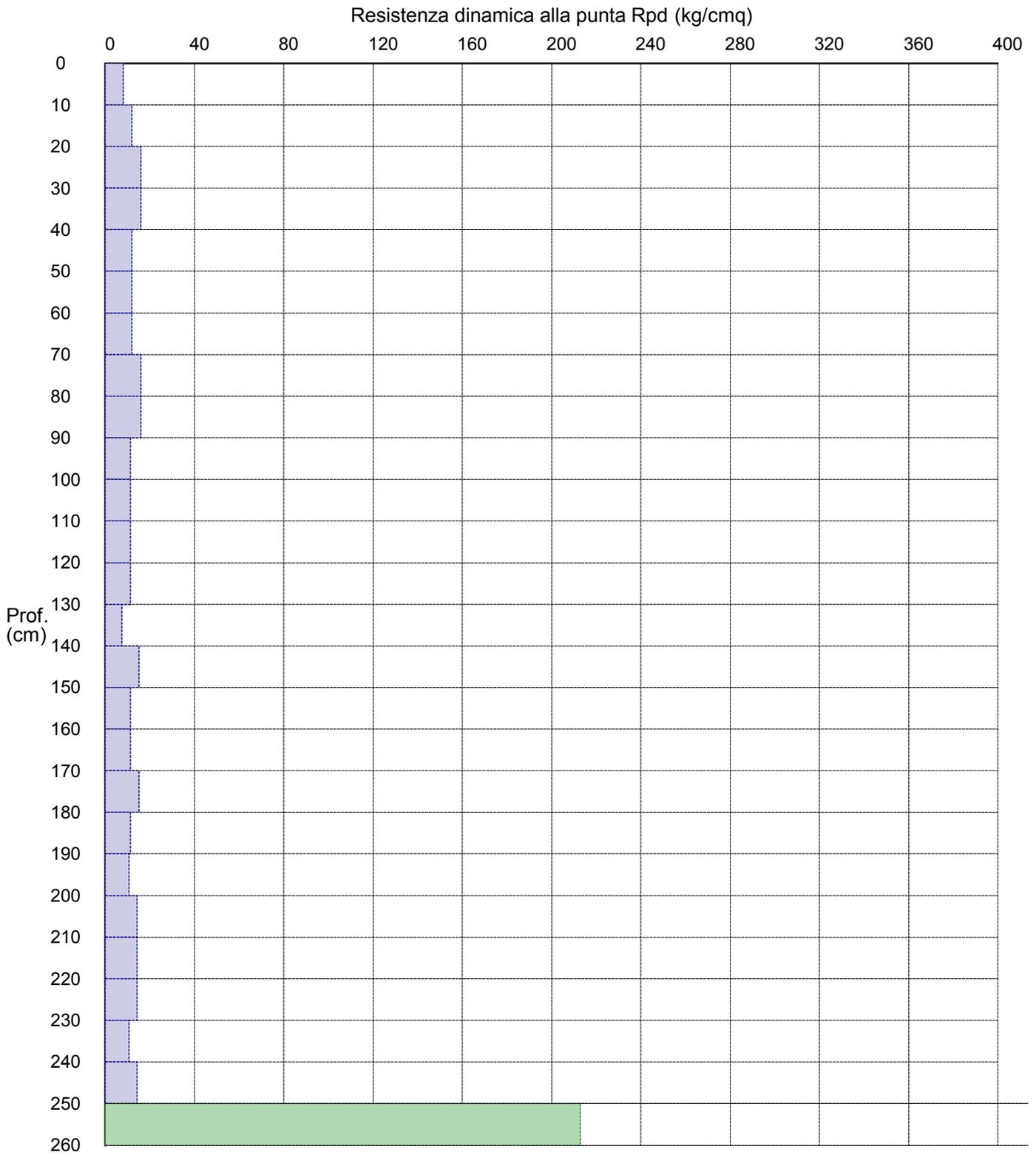


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## Grafico Rpd - Profondità

### GENERALITA'

Committente:	Data:	9-3-2005
Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento	Prof.tà prova:	260 cm
Località: S. Pietro a Vico	Prof.tà falda:	Falda non rilevata



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2

## Elaborazione statistica e parametri geotecnici

### GENERALITA'

Committente: \_\_\_\_\_ Data: 9-3-2005  
 Cantiere: Ristrutturazione e ampliamento Prof.tà prova: 260 cm  
 Località: S. Pietro a Vico Prof.tà falda: Falda non rilevata

### ELABORAZIONE STATISTICA

Strato n°	Profondità (m)	Parametro	minimo	massimo	media	Nspt
1	da 0,00 a 2,50	Ndp	2	4	3,3	2,5
		Rpd (kg/cmq)	7,5	16,0	12,6	
2	da 2,50 a 2,60	Ndp	60	60	60,0	45,5
		Rpd (kg/cmq)	213,0	213,0	213,0	

### PARAMETRI GEOTECNICI

Strato n°	Profondità (m)	Nspt	INCOERENTE			COESIVO		
			Dr (%)	$\phi$ (°)	Y (t/mc)	Ic (-)	Cu (t/mq)	Y (t/mc)
1	da 0,00 a 2,50	2,5	13,9	27,7	1,23	-----	-----	-----
2	da 2,50 a 2,60	45,5	76,7	40,0	2,02	-----	-----	-----