

ALLEGATO II. 32

AL PROGETTO DI

"PR1 - 11"

INNOCENTI DR. GIULIANO

VIA F. BRUNELLESCHI, 5 – 50065 PONTASSIEVE (FI)

TEL. (055) 8323113

COD. FISC. NNC GLN 54T21 H222J

PART. IVA 03690830488

COMUNE DI: **REGGELLO**

LOCALITÀ: "SANTA TEA – VIA E. DE NICOLA 41, CASCIA".

PROPRIETÀ: "GONNELLI 1585 S.R.L."

PIANO ATTUATIVO DI INTERVENTO  
*COMPARTO P.R.I. 11*

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA AI SENSI DEL REGOLAMENTO APPROVATO CON D.P.G.R. 25-10-2011, N. 53/R "REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 62 DELLA LEGGE REGIONALE 3 GENNAIO 2005, N. 1 IN MATERIA DI INDAGINI GEOLOGICHE E DEL COMMA 5 DELL'ART. 32 DELLA L.R. 16/01/95 N.5 MODIFICATA CON L.R. 03/11/95 N.96"

PONTASSIEVE li: settembre '14

IL GEOLOGO  
GIULIANO DOTT. INNOCENTI





## *1. Premessa ed inquadramento nel Piano Urbanistico dell'area.*

La società Gonnelli 1585 s.r.l., ha incaricato lo scrivente di redigere la relazione geologica di fattibilità secondo le disposizioni e le specifiche relative al vigente quadro normativo (D.M. 11/03/80, poi D.M. 11/03/88 e relativa circolare esplicativa del 24/09/88, n.30483) ed in considerazione di quanto indicato dagli elaborati geologici di supporto agli strumenti urbanistici (Piano Attuativo), con analisi territoriali basate sui riferimenti metodologici contenuti nella normativa regionale e cioè la Legge Regionale n.21 del 17/04/1984 e il D.C.R.12/02/1985 n.94; e ai sensi del regolamento approvato con D.P.G.R. 25-10-2011, n. 53/R “ Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 in materia di indagini geologiche e del comma 5 dell'art. 32 della L.R. 16/01/95 n.5 modificata con L.R. 03/11/95 n.96” a supporto del “Piano Attuativo a riconferma del Comparto P.R.I. 11 (TAV. 8.1 – AREA INSEDIAMENTO CASCIA; P.R.I. – 11)”.

Il Comparto riguarda la riorganizzazione urbanistica del Frantoio di Santa Tea, che attualmente è ospitato in un complesso che comprende un edificio localizzato in zona omogenea A e un edificio localizzato in zona omogenea D. L'accesso all'impianto avviene da Via De Nicola attraverso il centro storico di Cascia. Le potenzialità di crescita dell'attività, anche se già consentite dal precedente R.U., risultano limitate dalla non funzionalità degli spazi disponibili e dalle difficoltà di accesso per i mezzi pesanti.

Pertanto gli obiettivi del presente Piano di recupero Urbano sono:

- creazione di un nuovo accesso al fine di agevolare l'accessibilità all'impianto e contestualmente liberare il centro storico di Cascia del traffico generato dall'attività;
- attuazione, in spazi funzionali, dell'ampliamento dell'attività del Frantoio.

Il Comparto è caratterizzato da una destinazione mista con due aree speciali di intervento:

- una a nord-est della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: S.U.L. 4.800 mq; Rc 50%; H max 12,00 con destinazione Frantoio ed attività commerciale.
- una a sud-ovest della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: I.F. = 2,0; Rc. = 45%; H.max = 10,50 ml. con destinazione residenziale

Qualora la realizzazione delle previste attrezzature, servizi e/o infrastrutture di pubblica utilità, si rendesse necessaria prima dell'attuazione del comparto, il presente intervento ed eventuali interventi contenuti in altri comparti, possono essere attuati dall'Amministrazione Comunale tramite Piano Complesso di Intervento di cui all'art. 56 della L.R. 1/2005. In tal caso il Piano definirà gli impegni giuridicamente vincolanti che dovranno essere assunti dai soggetti privati che intendono partecipare alla sua realizzazione.

### **PRESCRIZIONI**

-Intervento subordinato alla presentazione di un Piano convenzionato di sviluppo aziendale e dell'occupazione di cui al comma 5.1 dell'art. 30 delle presenti norme. Gli indici urbanistici che descrivono la presente area sono già comprensivi dell'ampliamento del 50% della s.u.l. consentito ai complessi produttivi esistenti di cui al sopraccitato art. 30;

-dovrà essere realizzato il tratto interno al Comparto della nuova viabilità pubblica, nella parte che va dalla rotonda di via Nenni a via P. Della Francesca, e nel tratto che va da via P. Della Francesca fino all' ingresso della attività così come individuato nella tavola di azionamento in scala 1:2.000. Per detto intervento è consentito lo scomputo dell'urbanizzazione primaria e secondaria

-ai fini della compatibilità con il P.S., nuovi volumi produttivi dovranno essere realizzati ad una distanza di almeno 40 ml dalla nuova viabilità pubblica a sud-ovest del Comparto.

E' consentita la monetizzazione delle aree a parcheggio e verde derivanti dagli standard urbanistici

#### ***1.1 Previsione d'intervento***

*L'intervento ha come scopo quello di realizzare un nuovo edificio per l'attività del Frantoio ed un edificio per civile abitazione.*

*L' intervento propone la riorganizzazione urbanistica del Frantoio di S. Tea, attualmente ospitato in un complesso che comprende un' edificio localizzato in una zona omogenea A e un edificio localizzato in una zona D.*

*L'accesso all' attività avviene da via E. De Nicola e l'intervento ha come obiettivi quello di migliorare l'accesso*



*all'impianto, liberando il centro storico di Cascia dal traffico..... e quello di creare spazi funzionali all'attività tramite la realizzazione di un nuovo edificio.*

*Con la realizzazione del Piano attuativo si prevede di attuare questi obiettivi, con la costruzione di nuovi spazi per il Frantoio, e la realizzazione di una strada che collegherà la rotatoria di via Nenni ad il nuovo ingresso dell'attività*

*Il comparto prevede due aree d'intervento:*

*la prima a nord-est della nuova viabilità di PRG con destinazione Frantoio ed attività commerciale*

*la seconda a sud-ovest della nuova viabilità di PRG con destinazione residenziale*

#### **OPERE STRADALI**

*La strada ..collegherà la rotatoria di via Nenni a via P. della Francesca all' altezza dell' incrocio di via del Giotto e proseguirà fino all'ingresso dell'attività terminando con un incrocio sulla strada vicinale che collega Santa Tèa con il Cino (di seguito denominata Strada di S. Tèa).*

*La strada di comparto ha al suo interno un tratto già realizzato (via P. della Francesca), che vincola le dimensioni delle altre parti di strada da realizzare, quindi la nuova viabilità avrà una larghezza della corsia di marcia di mt. 3,00+0,50 di banchina per complessivi 7,00 mt di larghezza da cui sono escluse le zanelle e marciapiedi di larghezza 1,50 mt e sarà di categoria "E" urbana di quartiere.*

#### **CORRELAZIONE E CONGRUENZA CON STRADE ESISTENTI**

*La tratta A dell' intervento, ha come punto di inizio la rotatoria di via Nenni e come punto di arrivo l'incrocio tra via P. Della Francesca e Via Giotto. Questi due tratti di strada esistenti saranno base di partenza e di arrivo della nuova strada sia a livello altimetrico che planimetrico. La tratta B è legata nella parte iniziale a via P. della Francesca, nella parte finale è prevista la realizzazione di un nuovo incrocio che collegherà la nuova strada con la strada di S. Tea.*

#### **SUDDIVISIONE LOTTI.**

*È prevista un'area dedicata alla realizzazione di una nuova strada pubblica che avrà una superficie di circa 2600 mq (comprensiva di scarpate, marciapiedi, fossi ecc..) di cui circa 800 mq esistenti ed in cui non sono previste modifiche ma solo piccoli interventi per raccordare i pezzi nuovi a quello esistente e per gli allacciamenti dei sottoservizi. I restanti 1800 mq circa corrispondono alla porzione di strada da realizzare che si compone di tre tratti: Tratto A che va dalla rotatoria di via Nenni all' incrocio tra via P. Della Francesca e via Giotto e Tratto B che va dalla fine di via P. Della Francesca fino al nuovo ingresso del Frantoio - Adeguamento della Strada all' incrocio con la strada di S. Tea.*

*Nella scheda della NTA è previsto la realizzazione di due lotti uno residenziale di 917,36 mq in cui è prevista la realizzazione di due appartamenti ed un lotto Industriale di 11383,26, in cui è presente un edificio dedicato ad attività di Frantoio, un annesso rurale per ricovero cavalli e una porzione di terreno adiacente alla nuova viabilità in cui è prevista la realizzazione di un nuovo edificio industriale adibito con varie funzioni prevalentemente legate all' imbottigliamento ed al lo stoccaggio.*

#### **STANDARD URBANISTICI LOTTO INDUSTRIALE**

*Il lotto industriale è posizionato a Nord-Est della nuova viabilità di progetto all' interno dei terreni del Frantoio di S. Tèa. In questa area è prevista la realizzazione di un nuovo edificio in cui saranno inseriti magazzini, un'area per l'imbottigliamento, uffici ed alcuni locali tecnici.*

*Realizzare di un'area adibita a commerciale sfruttando il volume e la superficie dell'annesso (ricovero cavalli) identificato al foglio di mappa 71 part 1861 (ex 153) del comune di Reggello, pari a 152,22 mq e 364,80 mc, come da concessione edilizia in sanatoria n 53/13 del 28/05/13. Nel calcolo degli standard urbanistici oltre all'edificio principale sono stati considerati i mq di superficie commerciale derivanti dal cambio di destinazione d'uso del volume (ricovero cavalli) di cui sopra.*

#### **PARAMETRI URBANISTICI DA R.U. TAV 8.1:**

- Superficie Utile Lorda SUL = 4800mq
- Rapporto di Copertura Rc= 50%
- Altezza Massima Hmax=12ml
- Destinazione = Frantoio e attività commerciale

La superficie del lotto industriale è di 11.383,26 mq comprensiva di tutto l'area interna al PRG che va da via P. della Francesca a Via E. De Nicola, comprendendo anche l'area già edificata ( non oggetto d'intervento) e la porzione da destinare a commerciale che avrà una superficie di 1175 mq, in cui è previsto la demolizione di un annesso adibito a stalla per realizzarne uno nuovo da destinare a commerciale.



## STANDARD URBANISTICI LOTTO RESIDENZIALE

Il lotto residenziale è posizionato nella parte sud-ovest del comparto e prevede la realizzazione di 2 appartamenti, con due piani fuori terra, una mansarda abitabile ed uno seminterrato. Ogni appartamento sarà dotato di giardino e parcheggi coperti.

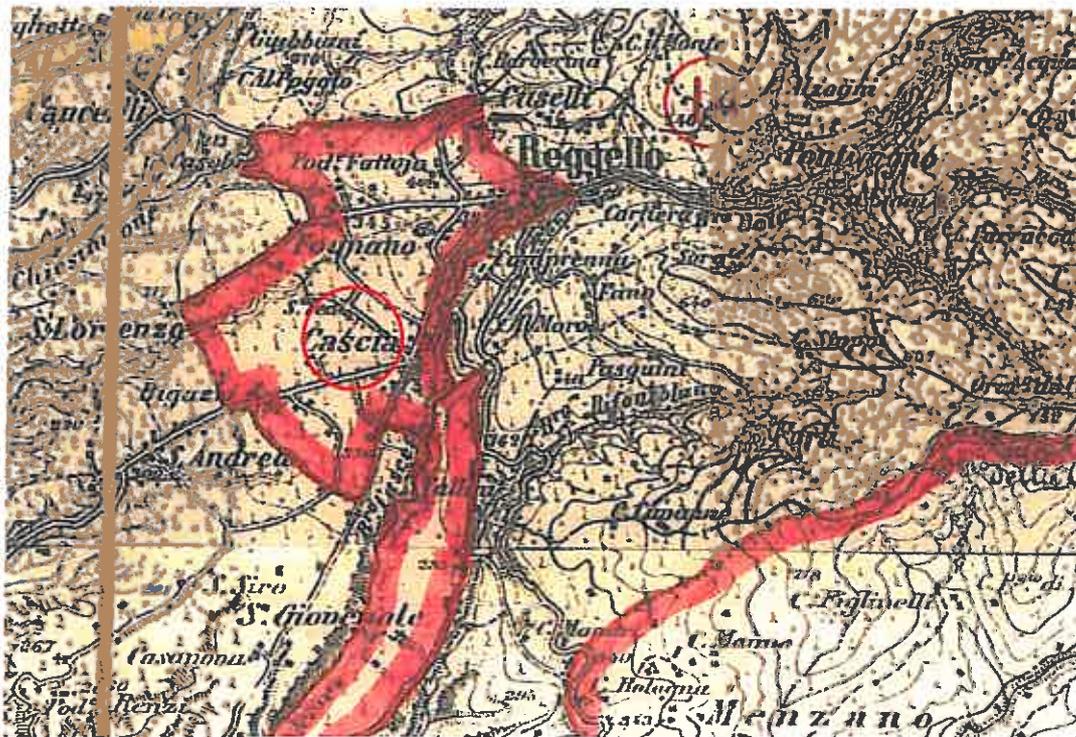
Grazie alla realizzazione dell'incrocio tra la nuova strada in progetto e la strada di Santa Tèa il lotto, di forma triangolare, risulta circondato per 2/3 circa dalla nuova strada in progetto, gli accessi pedonali agli appartamenti avverrà dalla nuova strada di progetto, mentre per quelli carrabili verrà utilizzata la strada vicinale del Cino.

Gli edifici residenziali hanno i seguenti parametri urbanistici:

- I.F.=2,0
- Rc=50%
- H.max10,50ml

Il Tutto come meglio si evince dagli elaborati tecnici a firma del Dott. Ing. Lorenzo Renzi.

L'area come indicato nella cartografia allegata, non è compresa nelle aree sottoposte a vincolo idrogeologico.



## 2. Geomorfologia e Geologia dell'area – Pericolosità geomorfologia

La morfologia della zona è costituita da un esteso ripiano, coincidente con la superficie di chiusura del ciclo "continentale neoautoctono del Valdarno", leggermente pendente (<5%) verso sud - sudovest, cioè verso il centro dell'antico bacino lacustre pliocenico. Tale ripiano raccorda gli elevati pendii del Pratomagno, impostati sul "Macigno", con i più deboli rilievi collinari sabbioso-argillosi del Valdarno caratterizzati da profili ondulati dovuti all'alternarsi di selle e ampi tratti pianeggianti delimitati da scarpate più o meno ripide



La rete idrografica superficiale è costituita da una serie di canali che, nell'area in esame, smaltiscono per lo più le acque di ruscellamento (talora anche le acque di fogne provenienti da monte) mentre poco a valle le loro dimensioni tendono ad aumentare e quando raggiungono dimensioni tali da sottendere un bacino che ne assicuri una certa stabilità nel tempo formano veri e propri corsi d'acqua caratterizzati da alvei, a forma di canale, limitati da pareti verticali.

Durante il sopralluogo effettuato, non sono stati rilevati né segni né indizi riconducibili a fenomeni d'instabilità; d'altra parte l'assetto peculiare di questa zona non ne consentirebbe l'instaurarsi.

La geologia della zona, riportata nell'allegata cartografia, è caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali sabbioso-ghiaiosi debolmente cementati, classificati, secondo la nomenclatura della Carta Carg come LAT - limi di Latereto e di Pian di Tegna e cioè limi sabbioso-argillosi, bruno-giallastri e rossastri, talora pedogenizzati, con intercalazioni di sabbie, sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei. Ma comunque dai dati acquisiti dallo scrivente appare più logico iscriverli nei sedimenti appartenenti al gruppo delle conoidi del Pratomagno ("schema stratigrafico della successione neoautoctona del Valdarno Superiore" di E. Abbate - 1983),

Secondo quest'ultima classificazione i terreni affioranti nell'area in oggetto appartengono ai "ciottolami di Reggello" (ciottolami di Loro Ciuffenna - Magi 1990) costituiti da ciottolami ad elementi arenacei di colore bruno chiaro o bruno giallastro con matrice da sabbiosa grossolana a sabbioso-limosa relativamente abbondante, in genere moderatamente embriicati; molto alterati al tetto, inglobanti pezzi di strato al margine del bacino. Nell'area in esame tale unità è sormontata (con spessori talora molto variabili) della unità stratigrafica denominata "sabbie di Ostina" costituite da sabbie quarzoso-feldspatiche di colore bruno giallastro o grigio giallastro mal classate, con lenti di ciottoletti arenacei, calcarei e silicei; al tetto sono frequenti intercalazioni di livelli di limi argilloso-sabbiosi grigio nerastri talora torbosi.

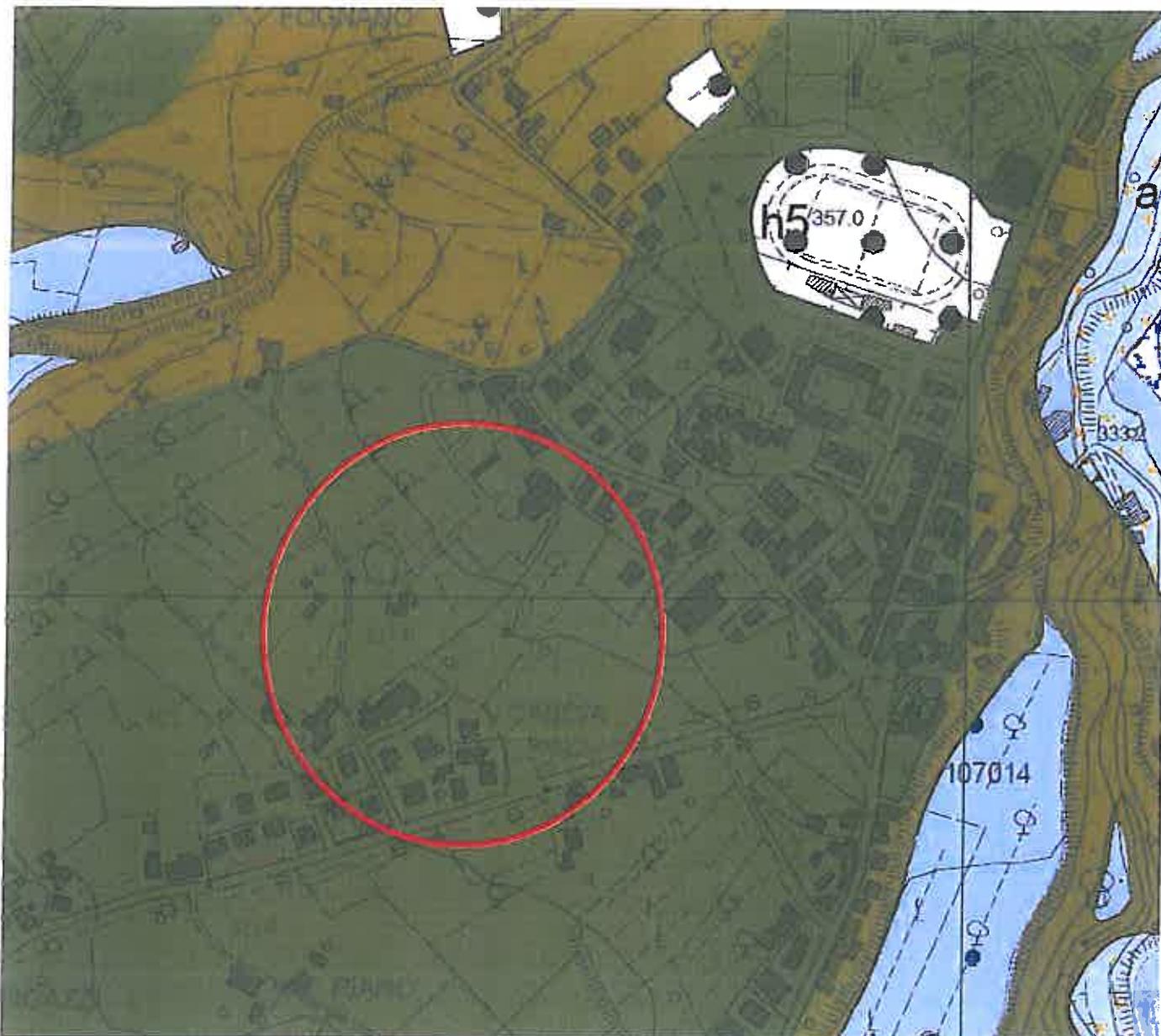
Al limite settentrionale dell'area su verrà realizzato il manufatto, alcuni saggi e prove penetrometriche CPT, ed in sbancamenti limitrofi all'area in oggetto, si è potuto constatare che l'orizzonte superficiale costituito da sabbie, mal classate, da medio-fini a grossolane, debolmente limose, di color bruno giallastro con rari passanti di limi rossastri pedogenizzati, ha uno spessore massimo di 2,0 - 2,5 mt sotto il quale si riscontrano ciottolami ad elementi arenacei, talora arrossati, e ghiaie immersi in una diffusa matrice limoso-sabbiosa molto addensata e consistente. Localmente vengono alla luce grossi ed estesi elementi arenacei o pacchi di strato disarticolati ed alterati soggiacenti un limitato orizzonte di ciottolami ed immersi nelle suddetta matrice limo-sabbiosa.

Detto andamento stratigrafico è stato più volte rilevato in indagini geologiche di supporto all'edificazione di civili abitazioni limitrofe al sito in oggetto ed anche nelle prove penetrometriche statiche eseguite dalla poco a monte di "Villa il Cino". Tali prove attestano valori riferibili alla presenza di ciottolami e ghiaie fini dal primo metro, metro e mezzo di profondità dal piano campagna, con resistenze alla punta  $R_p$  variabili tra un minimo di 35 kg/cm<sup>2</sup>, ed il "rifiuto" strumentale, raggiunto mediamente tra 2,50 e 3,00 mt. di profondità.

Per definire con migliore puntualità le caratteristiche tecniche dei terreni di fondazione, nell'anno 2000, sono stati eseguite nel lotto in esame due saggi con escavatore, con prelievo di campioni di terreno, su cui sono state effettuate le analisi di laboratorio.

I saggi con escavatore, spinti rispettivamente alla profondità di 2.50 e 2.70 mt. da p.c., hanno evidenziato che la successione litologica è costituita, al di sotto di un locale orizzonte di suolo agrario spesso circa 0.6 mt, da limi sabbiosi argillosi con lenticelle di sabbie limose da medie a grossolane di colore ocre, alterate a pseudogley con concrezioni carbonatiche e noduli di ferro-manganese, al disotto di quest'orizzonte (nel saggio S1 sostituisco) si rileva la presenza di un orizzonte costituito da sabbie argilloso-limose e limi sabbiosi-argillosi massivi, con lenti decimetriche di sabbie medio-grossolane, con ghiaietto e ciottoletti (fino ad una profondità media di 1,20 - 1,40 metri) tutti i materiali risultano consistenti o molto consistenti; al disotto di questo sono presenti, fino a fine saggio ciottolami arenacei di colore giallo-bruno (dim. max. 40/60 cm) alterati e poco arrotondati, da mediamente addensati ad addensati e cementati in matrice sabbioso limosa, con blocchi di grosse dimensioni. Verso il basso diminuisce la dimensione dei ciottoli e risultano più addensati.





Limi di Latereto e di Pian di Tegna - Limi sabbioso-argillosi, bruno-giallastri e rossastri, talora pedogenizzati, con intercalazioni di sabbie, sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei. (Pleistocene medio)



Ciottolami di Loro Ciuffenna – Ciottolami ad elementi arenacei di colore da giallo rossastro a bruno con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante. (Pleistocene medio)



Area in esame

### 2.1 Campagna geognostica 2014

Nel gennaio 2014, è stata eseguita dalla Ditta “Geognostica Fiorentina S.r.l.”, una campagna geognostica consistente nella realizzazione di 5 prove CPT e 6 prove DPSH (di cui le prove DIN1-DIN5 in avanzamento delle rispettive CPT1-CPT5).

Tutti i dati, riportati in allegato, hanno evidenziato una sostanziale uniformità con quegli delle precedenti campagne.



In base ai risultati delle prove geotecniche e geofisiche eseguite e del rilievo effettuato nei dintorni, il terreno di sedime può essere caratterizzato come segue, dall'alto verso il basso:

**Strato superficiale / 1** : fino a 0.6 - 1,0 mt dal p.c., suolo vegetale limoso sabbioso argilloso con lenticelle di sabbie limose da medie a grossolane alterate, caratterizzate da materiali sia coesivi che granulari

**Primo strato (1)** : da 0.6 – 1,0 a 1,6 mt. sabbie argilloso-limose e limi sabbiosi, con lenti decimetriche di sabbie medio-grossolane, con ghiaietto e ciottolotti, con materiali per lo più granulari, addensati e coesivi da consistenti o molto consistenti

**Secondo strato (2)** : da 1.6 a 3,0 mt. ciottolami arenacei alterati e poco arrotondati, da mediamente addensati ad addensati e cementati in matrice sabbioso limosa, con clasti e blocchi di grosse dimensioni. Materiali granulari, debolmente cementati, addensati e/o molto consistenti

**Terzo strato (3)** : da 3,0 a 30 mt. ciottolami arenacei con clasti e blocchi di grosse dimensioni, in matrice sabbioso-ghiaiosa, rari passanti di limi argillosi e sabbie limose massive. Materiali granulari, debolmente cementati, addensati e/o molto consistenti

## **2.2 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA - GEOMORFOLOGIA (G):**

Nel Piano strutturale di Reggello l'area in esame ricade in classe 1 e poi inserita nella classe 2 , pericolosità bassa che, ai sensi della Del. C.R.T. 94/85, "*Corrisponde a situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia*".

L'entrata in vigore del D.P.G.R.T. 53/R del 25 Ottobre 2011 determina la necessità di effettuare una nuova perimetrazione delle aree a pericolosità geomorfologica (*C. 1 Aree a pericolosità geologica geomorfologica e/o per dinamica costiera*) : in sostanza all'intera area in oggetto, viene attribuita la classe di pericolosità G.1 – pericolosità geologica bassa, propria di "*aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici*".

## **3. Caratteri ideologici e idraulici dell'area in esame**

### **3.1 Deflusso superficiale e Rischio idraulico**

L'idrografia generale dell'intera zona è costituita da una serie di canali che, nell'area in esame, smaltiscono per lo più le acque di ruscellamento (talora anche le acque di fogne provenienti da monte) mentre poco a valle le loro dimensioni tendono ad aumentare e quando raggiungono dimensioni tali da sottendere un bacino che ne assicuri una certa stabilità nel tempo formano veri e propri corsi d'acqua caratterizzati da alvei, a forma di canale. Rilievi freaticometrici, eseguiti nei pozzi per l'emungimento di acque dal sottosuolo e durante la campagna geognostica, hanno consentito l'accertamento di una falda freatica posta mediamente tra 20 e 30 m al di sotto del piano campagna, ubicata, probabilmente nei ciottolami con matrice ridotta o costituita da sabbie e ghiaie pulite.

Dal punto di vista idrogeologico la "Formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna" presenta una buona porosità primaria qualora la matrice sia ridotta o assente. Per quanto concerne le sabbie di copertura la presenza di materiali più fini, dovuta all'alterazione dei litotipi affioranti, ne diminuisce la permeabilità primaria tanto da renderla generalmente medio bassa. Da quanto detto si può ritenere che la permeabilità dei terreni in esame, medio bassa nella coltre superficiale, tende in genere ad aumentare con la profondità, ma comunque, ad esclusione di una debole circolazione di acqua, si ritiene improbabile la presenza di una "falda" superficiale che sia anche in collegamento con eventuali falde profonde.

### **3.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

Nel Piano strutturale di Reggello l'area in esame non ricade in nessuna classe di pericolosità, né, per la sua conformazione non ricade nella Carta della pericolosità del P.A.I..

Quindi ricadrebbe in un'area a **Pericolosità idraulica nulla (I.0)**.

L'entrata in vigore del D.P.G.R.T. 53/R del 25 Ottobre 2011 determina la necessità di effettuare una nuova perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, e anche sulla base di tale regolamento, ricadrebbe in



un'area a Pericolosità idraulica nulla, tuttavia in via molto cautelativa l'area potrebbe essere inserita in, **Pericolosità idraulica bassa (I.1) e cioè:**

aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

#### **4. -INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO**

Per definire puntualmente il modello geologico dell'area è stata effettuata una campagna geognostica consistita nell'esecuzione di 6 prove penetrometriche in modalità statica e dinamica, due linee di sismica con indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves). Sono stati infine effettuati quattro rilievi di microtremiti con stazione singola HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio).

Come si evince dalle relazione redatta dalla Geognostica Fiorentina:

*"Nella linea 1, con l'analisi dei dati acquisiti con indagine sismica di superficie eseguita mediante metodologia MASW ha prodotto il seguente risultato con i seguenti spessori e le relative velocità Vs (dalle onde di Rayleigh) e la densità stimati, ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità:*

*primo sismostrato a 3,0 mt con Vs pari a 320 m/s; secondo sismostrato a 6,6 mt con Vs paria a 450 m/s; terzo sismostrato a 10,2 mt con Vs paria a 480 m/s; quarto sismostrato a 17,3 mt con Vs paria a 512 m/s; quinto sismostrato a 22,1 mt con Vs paria a 572 m/s; ultimo sismostrato semi-spazio con Vs paria a 620 m/s; Modello medio individuato con Vs30 del modello medio dal p.c.: 501 costituiti da materiali tutti individuabili nei Ciottolami di Reggello. L'analisi della dispersione delle onde superficiali nelle componenti di Rayleigh ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a 501 m/s, considerando come riferimento il piano campagna. In base al profilo sismostratigrafico ed al valore di Vs30 ottenuto, il sito potrebbe risultare compatibile con la categoria di sottosuolo B:*

**B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero  $N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_u > 250$  kPa nei terreni a grana fine)

*"Nella linea 2, eseguita sempre con indagine sismica di superficie MASW, si è ottenuto il seguente risultato:*

*primo sismostrato a 1,4 mt con Vs pari a 170 m/s; secondo sismostrato a 2,4 mt con Vs paria a 298 m/s; terzo sismostrato a 5,5 mt con Vs paria a 387 m/s; quarto sismostrato a 9,7 mt con Vs paria a 470 m/s; quinto sismostrato a 13,6 mt con Vs paria a 590 m/s; ultimo sismostrato semi-spazio con Vs paria a 650 m/s; modello medio dal p.c.: 497 costituiti da materiali tutti individuabili nei Ciottolami di Reggello,compatibili con la categoria di sottosuolo B:*

Alle due linee effettuate in proprietà Gonnelli, si aggiunge una terza linea di indagine effettuate in adiacenza dell'area (zona edificio industriale) effettuata in proprietà Menicalli – Papi.

*"Nella linea 3, eseguita sempre con indagine sismica di superficie MASW,si è ottenuto il seguente risultato:*

*primo sismostrato a 2,3 mt con Vs pari a 447 m/s; secondo sismostrato a 9,1 mt con Vs paria a 520 m/s; terzo sismostrato a 16,3 mt con Vs paria a 602 m/s; quarto sismostrato a 21,5 mt con Vs paria a 655 m/s; ultimo sismostrato semi-spazio con Vs paria a 723 m/s; modello medio dal p.c.: 605 costituiti da materiali tutti individuabili nei Ciottolami di Reggello,compatibili con la categoria di sottosuolo B.*

La profondità dei ciottolami (Ciottolami di Loro Ciuffenna) indicata dall'indagine sismica è confermata dalle prove penetrometriche eseguite in prossimità delle linee sismiche, che hanno raggiunto il limite strumentale all'infissione a profondità compresa tra 2,0 e 3,0 metri da p.c.



Dall'esame delle stratigrafie rilevate a sondaggi e pozzi presenti nell'area si evince che lo spessore di questi ciottolami è superiore agli 80 metri, dopodiché (notizie di perforazioni effettuate a scopo di ricerca indicano spessori maggiori di circa 120 metri) si passa alla formazione delle Arenarie del Pratomagno.

#### 4.1 – *Prospettiva sismica*

Trattandosi di un Piano Attuativo derivante da una variante puntuale del Regolamento Urbanistico, è stata realizzato uno studio in corrispondenza di un adeguato intorno dell'area oggetto di variante; per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo si è invece fatto riferimento, oltre ai dati dell'odierna campagna geognostica, alle indagini esistenti su un areale più ampio, effettuando un'approfondita ricerca bibliografica;

Le ubicazioni delle indagini raccolte sono riportate nella "Carta delle indagini".

#### 4.2 – *Frequenze fondamentali dei depositi*

Sulla base delle indagini specifiche di natura geofisica sono state individuate le zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza, riporta l'ubicazione di tutte le misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR), con i relativi valori della frequenza fondamentale ( $f_0$ ), e dell'ampiezza dei picchi fondamentali ( $A_0$ ).

##### 4.2.1 - *Analisi e risultati dell'indagine*

*Per quanto riguarda l'analisi dei dati HVSR, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 40 secondi, in parziale sovrapposizione (TAVOLE 2, 3, 4). Vengono riportati inoltre la stazionarietà temporale e la direzionalità del segnale. I risultati di tali operazioni mostrano per tutte e tre le misure un picco di frequenza, che si può attribuire a motivi litologici, a circa 0.9 Hz, con un rapporto HVSR da circa 2.2 a 4.2. Sulla base della seguente tabella, il contrasto di impedenza sismica può essere ipotizzato a profondità superiori ai 100 m.*

L'acquisizione dei dati geognostici esistenti ha permesso la ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti (mediante la raccolta delle indagini che costituiscono la Carta delle Indagini), sia in termini di parametrizzazione dinamica mediante i risultati delle indagini sismiche (essenzialmente MASW e HVSR). Il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e /o geomorfologiche del territorio" per cui abbiamo il seguente risultato:

- zona 1: costituita da depositi alluvionali sovrastanti i materiali ascrivibili all'unità dei "Ciottolami di Reggello (ciottolami di Loro Ciuffenna - Magi 1990) dove può essere localmente presente un sottile spessore di depositi eluvio – colluviali (max 1,0/1,2 metri) .

#### 5.0 - **PERICOLOSITÀ SISMICA**

La sintesi delle informazioni derivanti dallo studio di Microzonazione sismica di livello 1 consente di valutare le condizioni di pericolosità sismica dell'area in oggetto: la successione stratigrafica che la sostanza è caratterizzata da un contratto di impedenza sismica medio, posto alla profondità di circa 100 metri; si può pertanto attribuire la seguente classe di pericolosità, definita ai sensi del D.P.G.R. 53/R :

- pericolosità sismica locale media (S.2): "...zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3<sup>1</sup>)"

<sup>1</sup> ossia "zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri".

Tuttavia, in via del tutto cautelativa si suggerisce l'inserimento in - **pericolosità sismica locale elevata (S.3): "zone suscettibili di .....**"

#### 6 - **FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO E CONCLUSIONI**

Le osservazioni riportate nei precedenti capoversi consentono di esprimere una puntuale valutazione sulla fattibilità degli interventi: in sostanza alle previsioni di progetto vengono attribuite le seguenti classi di fattibilità:

- F.S.3, in relazione agli aspetti sismici - fattibilità condizionata: in sostanza si suggerisce di realizzare



perlomeno un sondaggio e prove sismiche in foro per la maggior definizione dei caratteri geologico tecnici dei materiali presenti nei terreni di fondazione, in relazione all'edificio di maggior volumetria.

- F.I.1, in relazione agli aspetti idraulici - fattibilità senza particolari limitazioni
- F.G.1, in relazione agli aspetti geologici – fattibilità senza particolari limitazioni

### 9. Condizioni di fattibilità

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali indicano, per il sito in esame la seguente classe di fattibilità:

**Fattibilità condizionata (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.

### 8. Conclusioni

I risultati delle indagini geologico-tecniche e geomorfologiche effettuate permettono di affermare che non sono presenti controindicazioni alla realizzazione del progetto in esame.

Per quanto riguarda i caratteri geotecnici dei terreni di fondazione questi sono pertanto dotati di un buon comportamento meccanico e l'operazione di riferire il dimensionamento delle fondazioni al materiale analizzato rappresenta un criterio estremamente cautelativo, che individua un portanza ammissibile nei termini di elevati fattori di sicurezza. Questa situazione tiene fra l'altro in considerazione, anche se non strettamente necessario dalle indagini effettuate, gli ipotetici effetti, sovradimensionando l'intervento, che la normativa relativa indica per le fondazioni.

Infine, sulla base delle **Condizioni di fattibilità** assegnata:

**Fattibilità condizionata (F2).**

PONTASSIEVE li: settembre '14

IL GEOLOGO  
GIULIANO DR. INNOCENTI  
O.G. T. n. 564





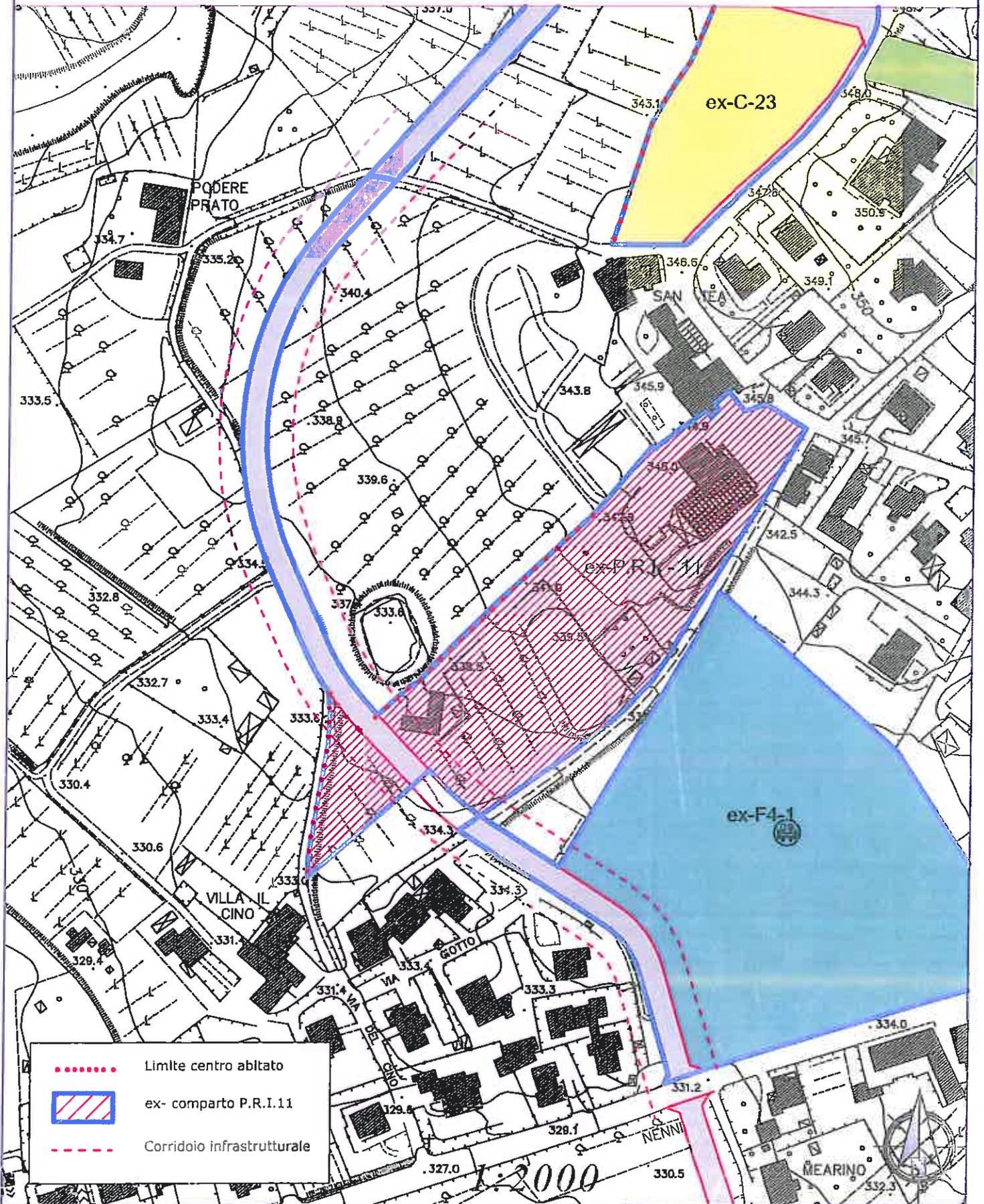
TAVOLA: TAV. 8.1	LOCALITÀ: REGGELLO - CASCIA
SCHEDA N°: -	ZONA: A - D - INSEDIAMENTO CASCIA; COMPARTO: P.R.I. - 11
<b>TIPOLOGIA:</b> Il Comparto è caratterizzato da una destinazione mista con due aree speciali di intervento: <ul style="list-style-type: none"> <li>- una a nord-est della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: S.U.L. 4.800 m<sup>2</sup> ; Rc 50%; H<sub>max</sub> 12,00 con destinazione Frantoio ed attività commerciale.</li> <li>- una a sud-ovest della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: I.F. = 2,0; Rc. = 45%; H<sub>max</sub> = 10,50 ml. con destinazione residenziale</li> </ul>	
PENDENZE: Classe 1 (pendenze inferiori al 15%) pendenza 5%	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> esteso ripiano, coincidente con la superficie di chiusura del ciclo "continentale neoautoctono del Valdarno", leggermente pendente (<5%) verso sud – sudovest. Assenza di forme di attività geomorfologica	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> "Ciottolami di Reggello" (ciottolami di Loro Ciuffenna) costituiti da ciottolami ad elementi arenacei di colore bruno chiaro o bruno giallastro con matrice da sabbiosa grossolana a sabbioso-limosa relativamente abbondante, in genere moderatamente embriciati; molto alterati al tetto, inglobanti pezzi di strato al margine del bacino.	
<b>IDROGEOLOGIA:</b> permeabilità elevata per porosità primaria, Classe di Densità del Drenaggio I (3<km/km <sup>2</sup> ).	
PERICOLOSITÀ - GEOLOGICA PERICOLOSITÀ – GEOMORFOLOGIA: <b>G1</b> - pericolosità bassa	
PERICOLOSITÀ – IDRAULICA: <b>I1</b> - pericolosità bassa	
PERICOLOSITÀ – SISMICA: <b>S3</b> - pericolosità elevata	
FATTIBILITÀ - GEOLOGICA – GEOMORFOLOGIA: <b>F1</b> – fattibilità senza particolari limitazioni	
FATTIBILITÀ – IDRAULICA: <b>F1</b> - fattibilità senza particolari limitazioni	
FATTIBILITÀ – SISMICA: <b>F3</b> - fattibilità condizionata	
<b>NOTE:</b> Si suggerisce di realizzare perlomeno un sondaggio e prove sismiche in foro per la maggior definizione dei caratteri geologico tecnici dei materiali presenti nei terreni di fondazione, in relazione all'edificio di maggior volumetria.	



- ALLEGATO -  
- PREVISIO DI PIANO - P.R.G. -

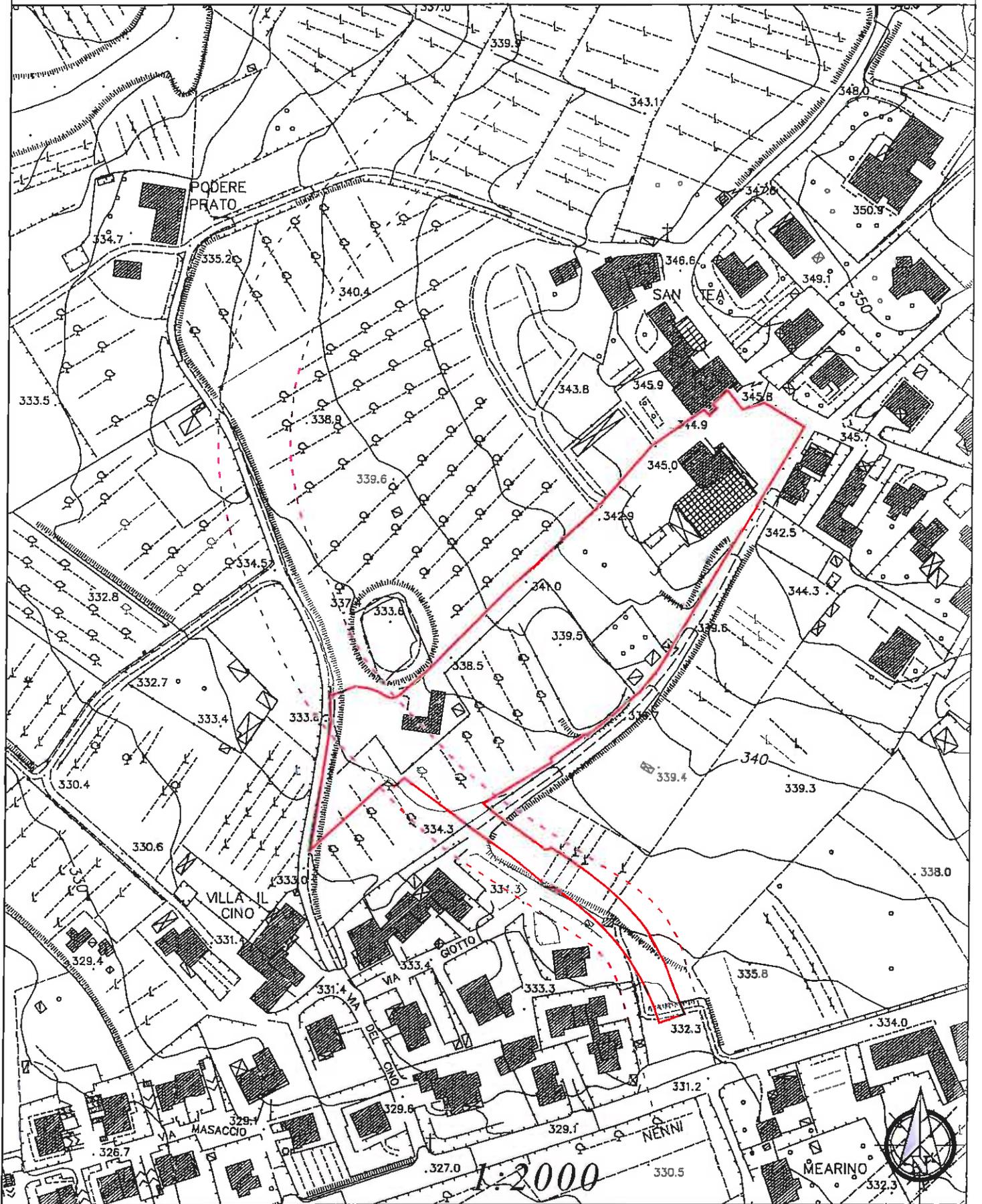


# PREVISIONI DI PIANO DECADUTE

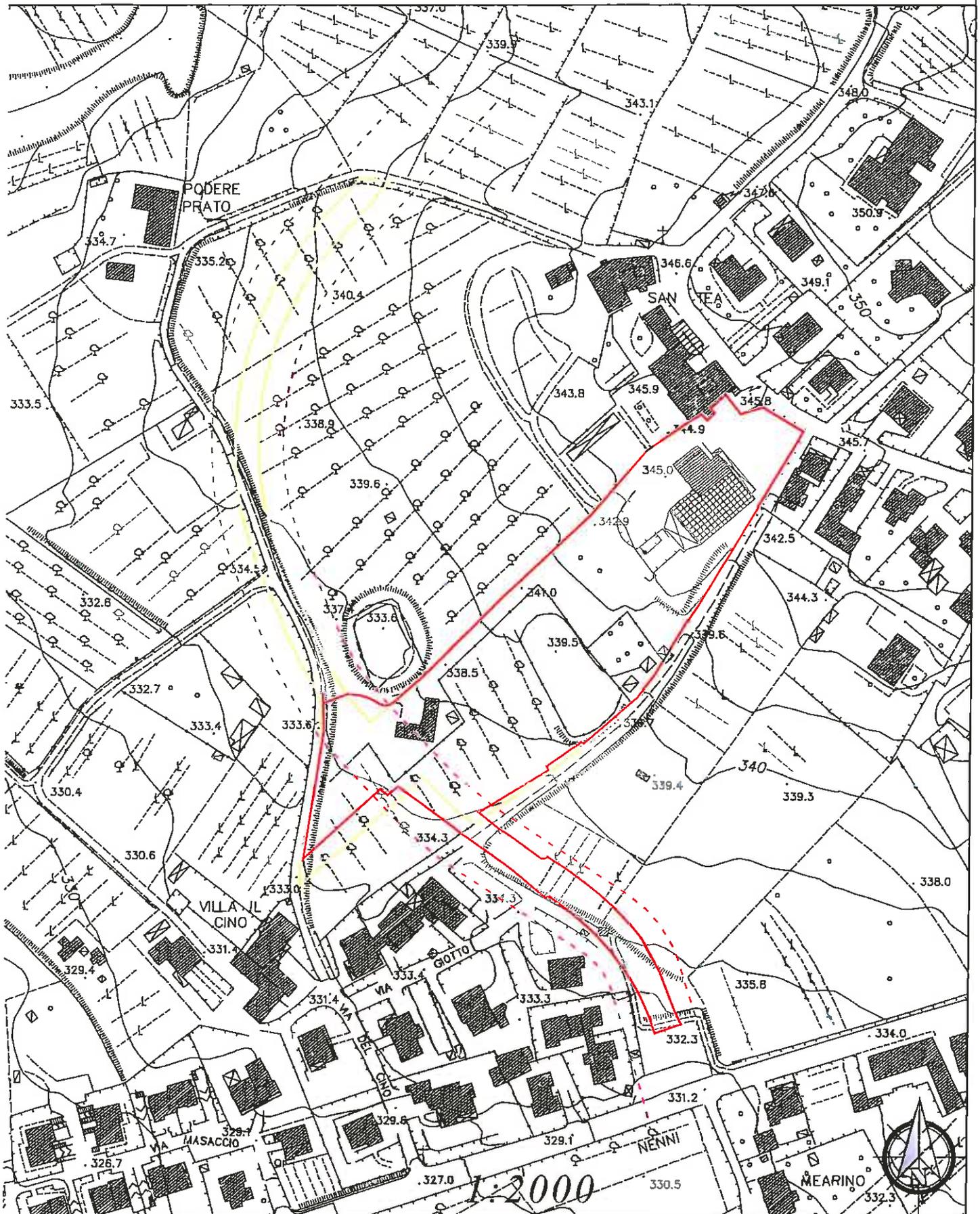




# PLANIMETRIA PRG STATO VARIATO



# PLANIMETRIA PRG STATO SOVRAPPOSTO



## **TAV. 8.1- AREA DI INSEDIAMENTO CASCIA: P.R.I. – 11**

Il Comparto riguarda la riorganizzazione urbanistica del Frantoio di Santa Tea, che attualmente è ospitato in un complesso che comprende un edificio localizzato in zona omogenea A e un edificio localizzato in zona omogenea D. L'accesso all'impianto avviene da Via De Nicola attraverso il centro storico di Cascia. Le potenzialità di crescita dell'attività, anche se già consentite dal precedente R.U., risultano limitate dalla non funzionalità degli spazi disponibili e dalle difficoltà di accesso per i mezzi pesanti.

Pertanto gli obiettivi del presente Piano di recupero Urbano sono:

- creazione di un nuovo accesso al fine di agevolare l'accessibilità all'impianto e contestualmente liberare il centro storico di Cascia del traffico generato dall'attività;
- attuazione, in spazi funzionali, dell'ampliamento dell'attività del Frantoio.

Il Comparto è caratterizzato da una destinazione mista con due aree speciali di intervento:

- una a nord-est della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: S.U.L. 4.800 mq; Rc 50%; H max 12,00 con destinazione Frantoio ed attività commerciale.
- una a sud-ovest della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: I.F. = 2,0; Rc. = 45%; H.max = 10,50 ml. con destinazione residenziale

Qualora la realizzazione delle previste attrezzature, servizi e/o infrastrutture di pubblica utilità, si rendesse necessaria prima dell'attuazione del comparto, il presente intervento ed eventuali interventi contenuti in altri comparti, possono essere attuati dall'Amministrazione Comunale tramite Piano Complesso di Intervento di cui all'art. 56 della L.R. 1/2005. In tal caso il Piano definirà gli impegni giuridicamente vincolanti che dovranno essere assunti dai soggetti privati che intendono partecipare alla sua realizzazione.

### **PRESCRIZIONI**

- Intervento subordinato al reperimento delle superfici a parcheggio e alla presentazione di un Piano convenzionato di sviluppo aziendale e dell'occupazione di cui al comma 5.1 dell'art. 30 delle presenti norme. Gli indici urbanistici che descrivono la presente area sono già comprensivi dell'ampliamento del 50% della s.u.f. consentito ai complessi produttivi esistenti di cui al sopracitato art. 30;
- dovrà essere realizzato il tratto interno al Comparto della nuova viabilità pubblica, così come individuato nella tavola di azionamento in scala 1:2.000. Per detto intervento è consentito lo scomputo dell'urbanizzazione primaria e secondaria;
- ai fini della compatibilità con il P.S., nuovi volumi produttivi dovranno essere realizzati ad una distanza di almeno 40 ml dalla nuova viabilità pubblica a sud-ovest del Comparto.

## PROPOSTA DI VARIAZIONE DELLA SCHEDA

### - AREA DI INSEDIAMENTO CASCIA: P.R.I. – 11

Il Comparto riguarda la riorganizzazione urbanistica del Frantoio di Santa Tea, che attualmente è ospitato in un complesso che comprende un edificio localizzato in zona omogenea A e un edificio localizzato in zona omogenea D. L'accesso all'impianto avviene da Via De Nicola attraverso il centro storico di Cascia. Le potenzialità di crescita dell'attività, anche se già consentite dal precedente R.U., risultano limitate dalla non funzionalità degli spazi disponibili e dalle difficoltà di accesso per i mezzi pesanti.

Pertanto gli obiettivi del presente Piano di recupero Urbano sono:

- creazione di un nuovo accesso al fine di agevolare l'accessibilità all'impianto e contestualmente liberare il centro storico di Cascia del traffico generato dall'attività;
- attuazione, in spazi funzionali, dell'ampliamento dell'attività del Frantoio.

Il Comparto è caratterizzato da una destinazione mista con due aree speciali di intervento:

- una a nord-est della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: S.U.L. 4.800 mq; Rc 50%; H max 12,00 con destinazione Frantoio ed attività commerciale.
- una a sud-ovest della nuova viabilità di PRG, con parametri urbanistici: I.F. = 2,0; Rc. = 45%; H.max = 10,50 ml. con destinazione residenziale

Qualora la realizzazione delle previste attrezzature, servizi e/o infrastrutture di pubblica utilità, si rendesse necessaria prima dell'attuazione del comparto, il presente intervento ed eventuali interventi contenuti in altri comparti, possono essere attuati dall'Amministrazione Comunale tramite Piano Complesso di Intervento di cui all'art. 56 della L.R. 1/2005. In tal caso il Piano definirà gli impegni giuridicamente vincolanti che dovranno essere assunti dai soggetti privati che intendono partecipare alla sua realizzazione.

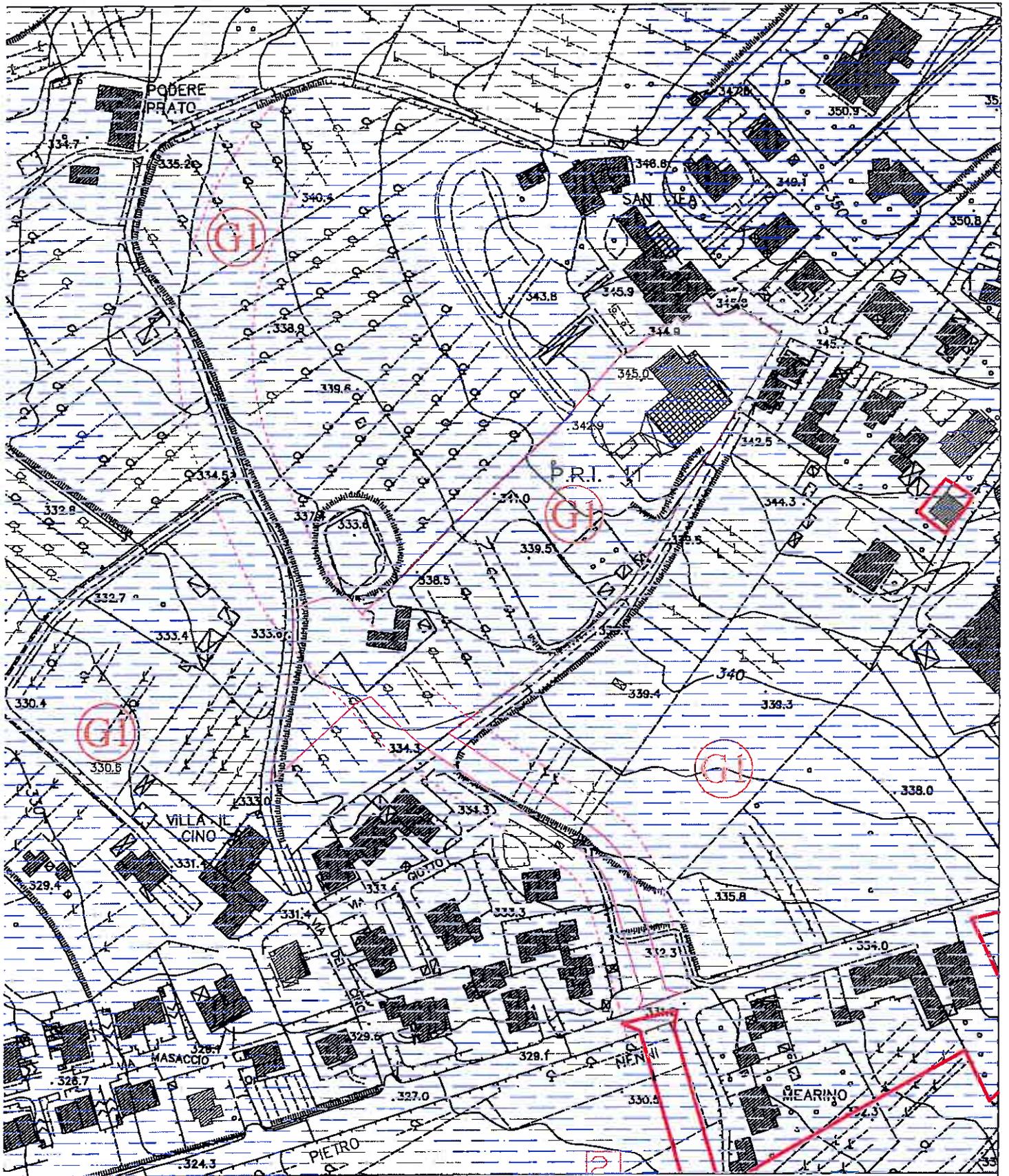
### PRESCRIZIONI

- Intervento subordinato (.....)\* alla presentazione di un Piano convenzionato di sviluppo aziendale e dell'occupazione di cui al comma 5.1 dell'art. 30 delle presenti norme. Gli indici urbanistici che descrivono la presente area sono già comprensivi dell'ampliamento del 50% della s.u.l. consentito ai complessi produttivi esistenti di cui al sopraccitato art. 30;
- dovrà essere realizzato il tratto interno al Comparto della nuova viabilità pubblica, **nel tratto che va da via P. Della Francesca fino all'ingresso della attività. Nella parte finale dell'intervento dovrà essere realizzata una zona per l'inversione della manovra, così come individuato nella tavola di azionamento in scala 1:2.000.** Per detto intervento è consentito lo scomputo dell'urbanizzazione primaria e secondaria;
- **dovrà, inoltre, essere realizzato il tratto della nuova viabilità pubblica, nella parte che va dalla rotonda di via Nenni a via P. Della Francesca, così come individuato nella tavola di azionamento in scala 1:2.000.** Per detto intervento è consentito lo scomputo dell'urbanizzazione primaria e secondaria.
- **per detto intervento è consentita la monetizzazione delle aree a parcheggio e verde derivante dagli standard urbanistici.**
- ai fini della compatibilità con il P.S., nuovi volumi produttivi dovranno essere realizzati ad una distanza di almeno 38 ml dalla nuova viabilità pubblica a sud-ovest del Comparto.

### N.B. le variazioni alla scheda sono evidenziate in grassetto

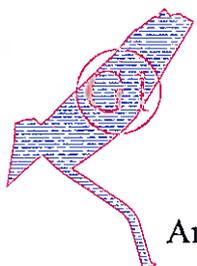
(.....)\* nella precedente scheda era presente "al reperimento di superfici a parcheggio e" parte eliminata dalla scheda

- ALLEGATO 1 -  
- CARTA PERICOLOSITÀ – FATTIBILITÀ -



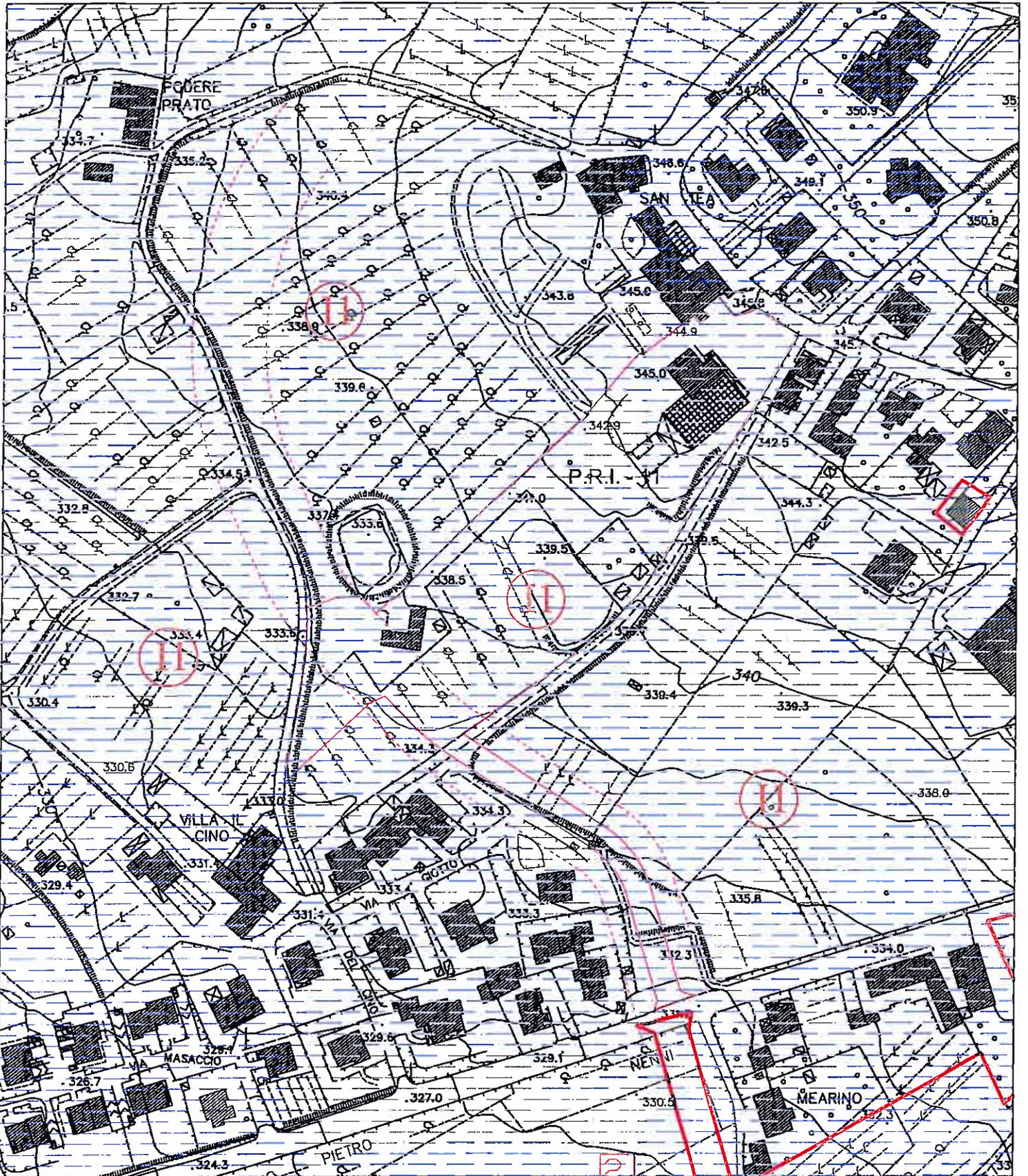
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ  
GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA

Scala 1:2.000



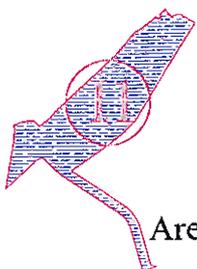
**G1-** pericolosità bassa

Area in esame



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ  
IDRAULICA

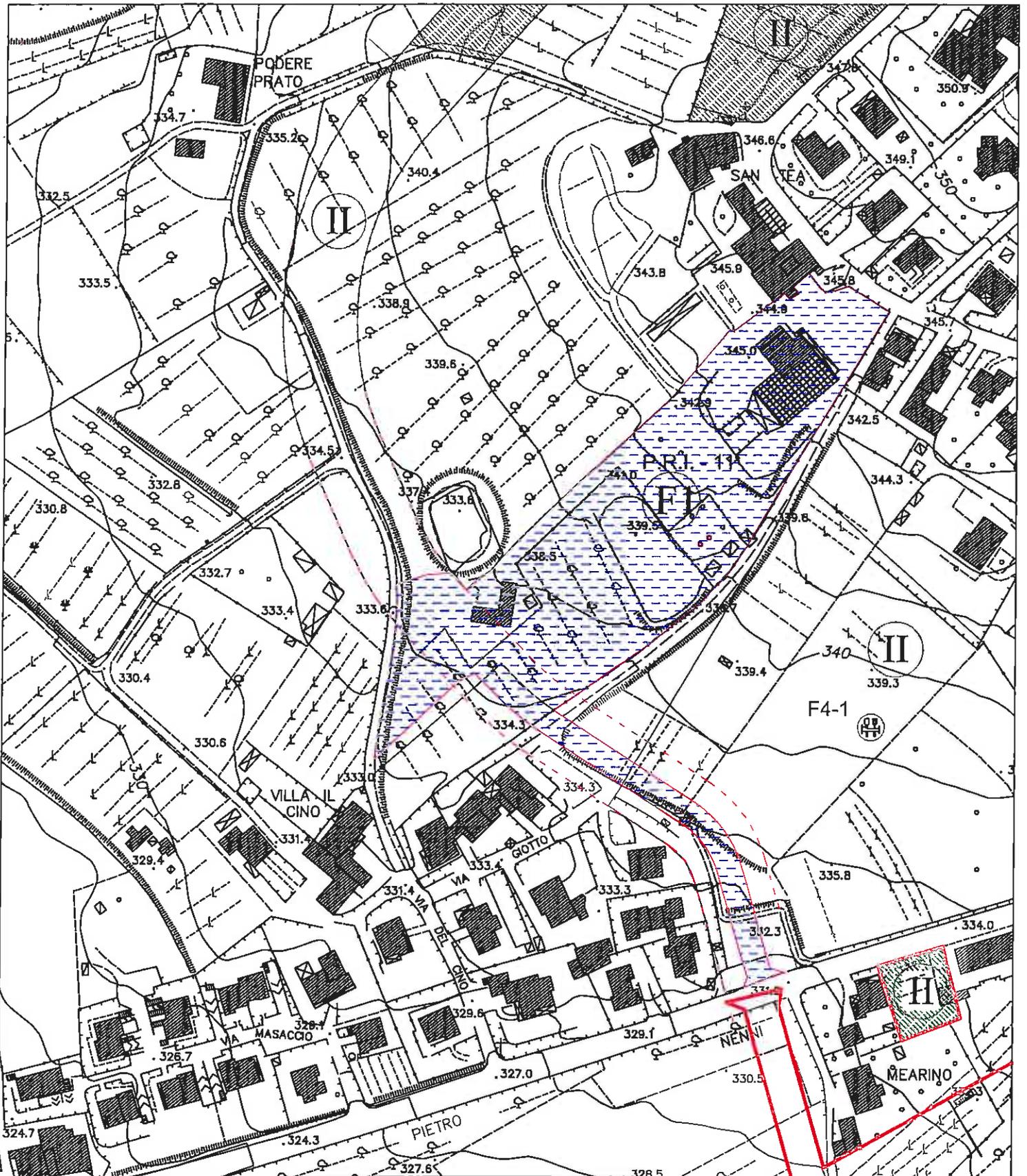
Scala 1:2.000



II - pericolosità bassa

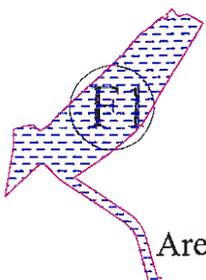
Area in esame





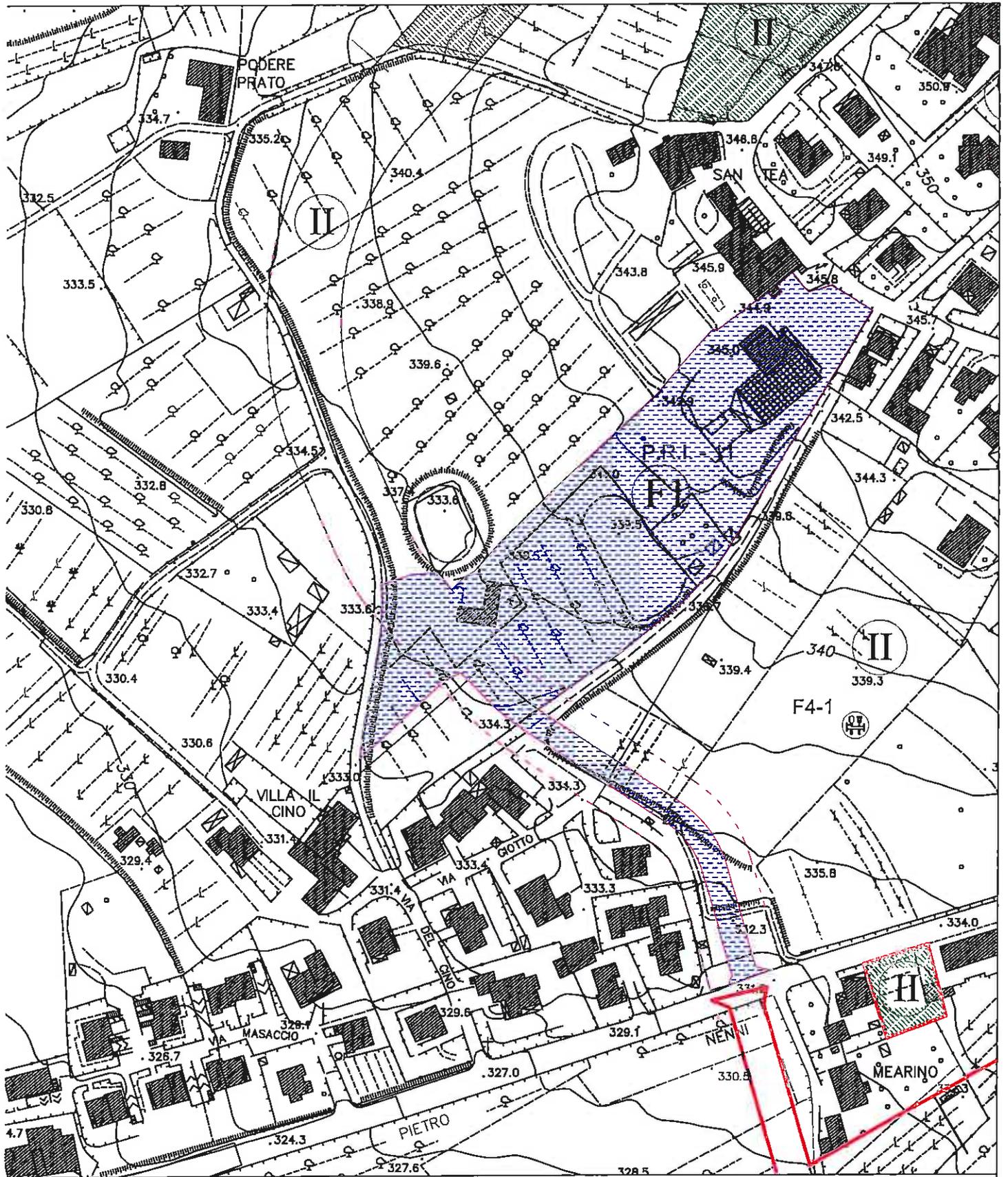
CARTA DELLA FATTIBILITÀ  
GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA

Scala 1:2.000



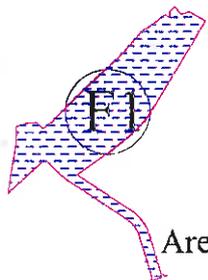
**F1 - fattibilità senza particolari limitazioni**

Area in esame



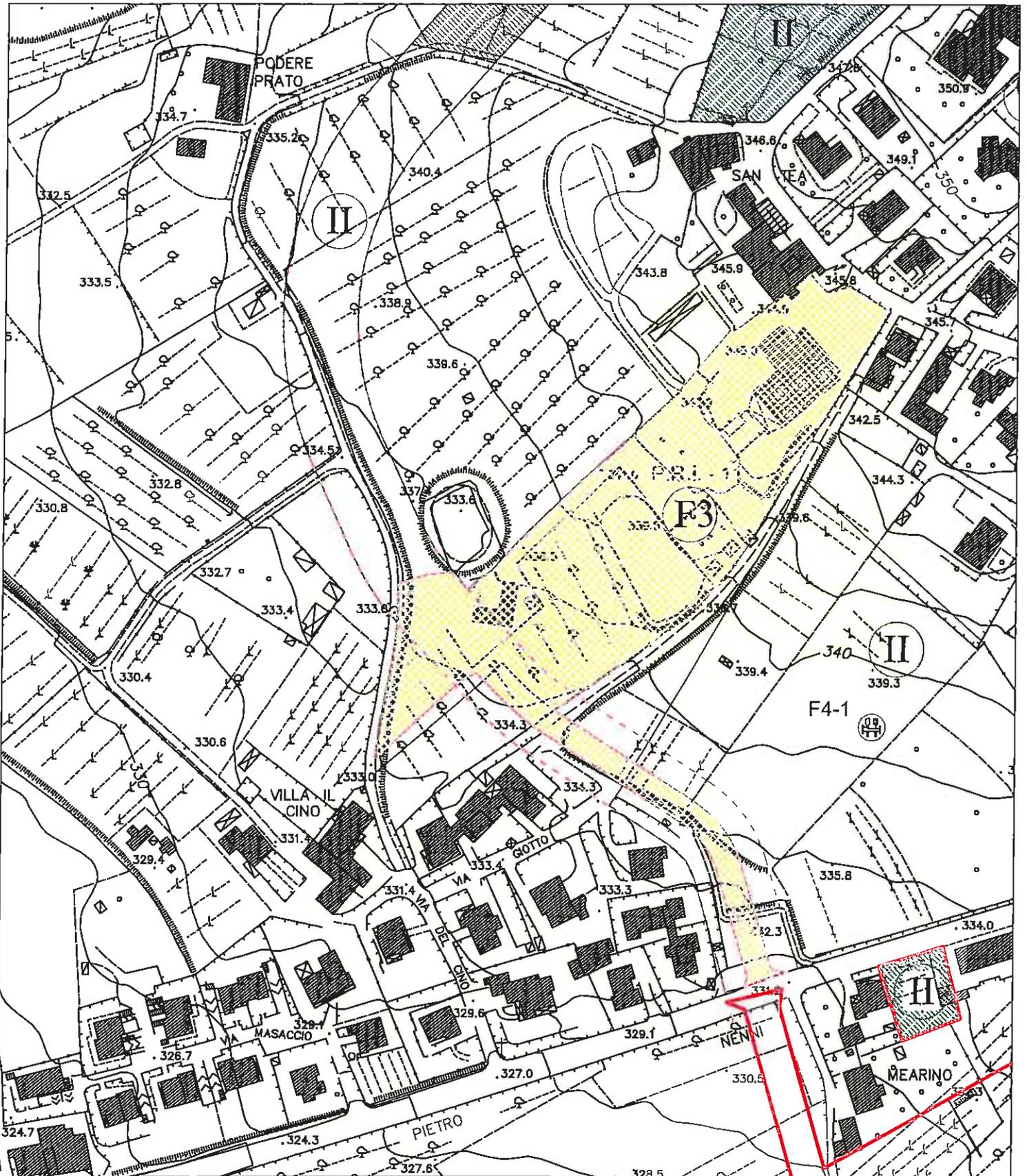
CARTA DELLA FATTIBILITÀ  
IDRAULICA

Scala 1:2.000



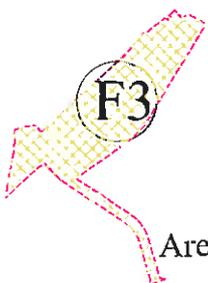
**F1 - fattibilità senza particolari limitazioni**

Area in esame



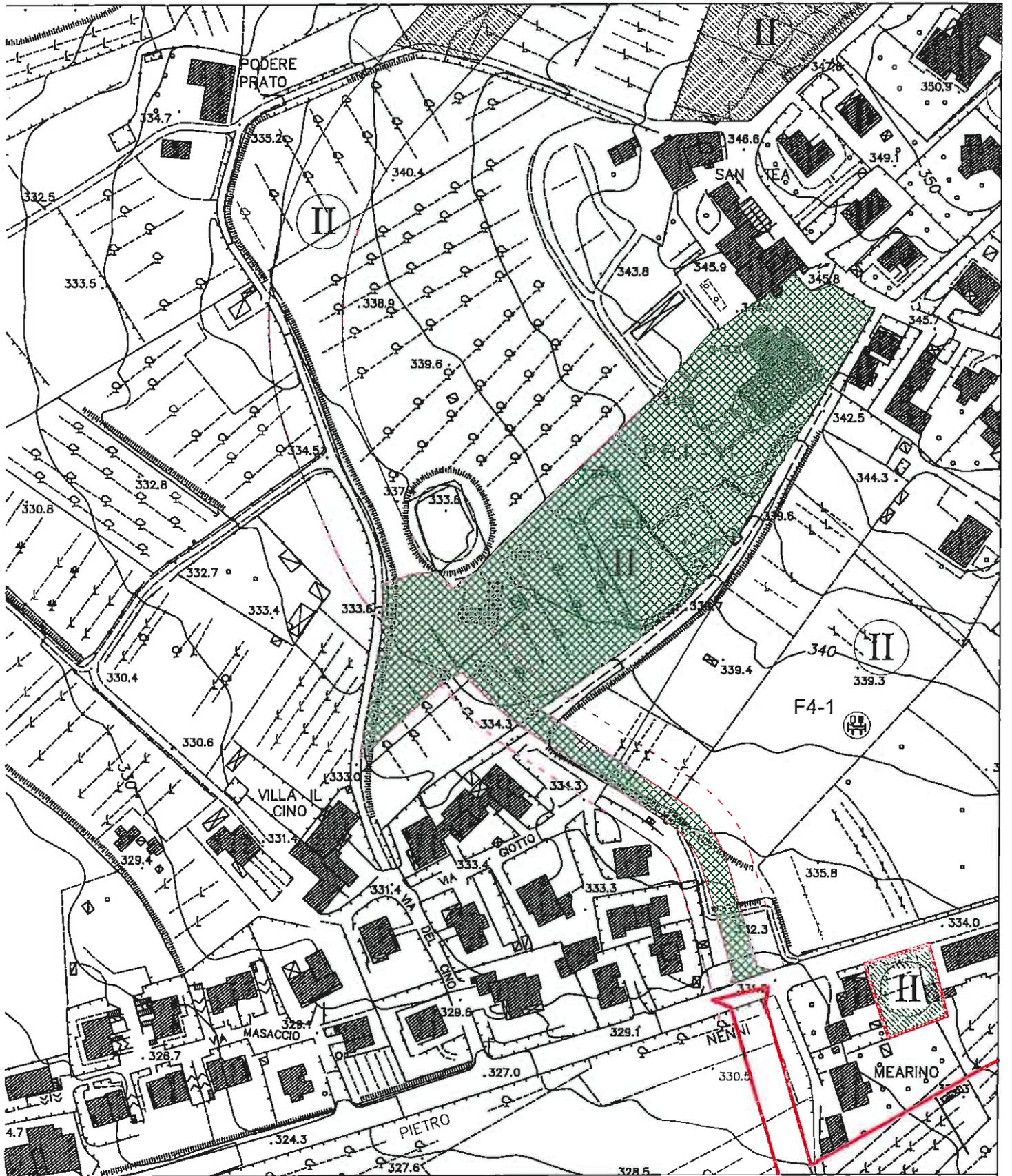
CARTA DELLA FATTIBILITÀ  
SISMICA

Scala 1:2.000



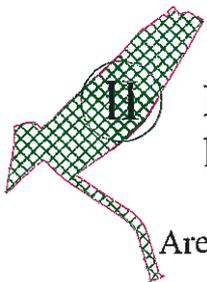
**F3** - fattiibilità condizionata

Area in esame



CARTA DELLA FATTIBILITÀ

Scala 1:2.000



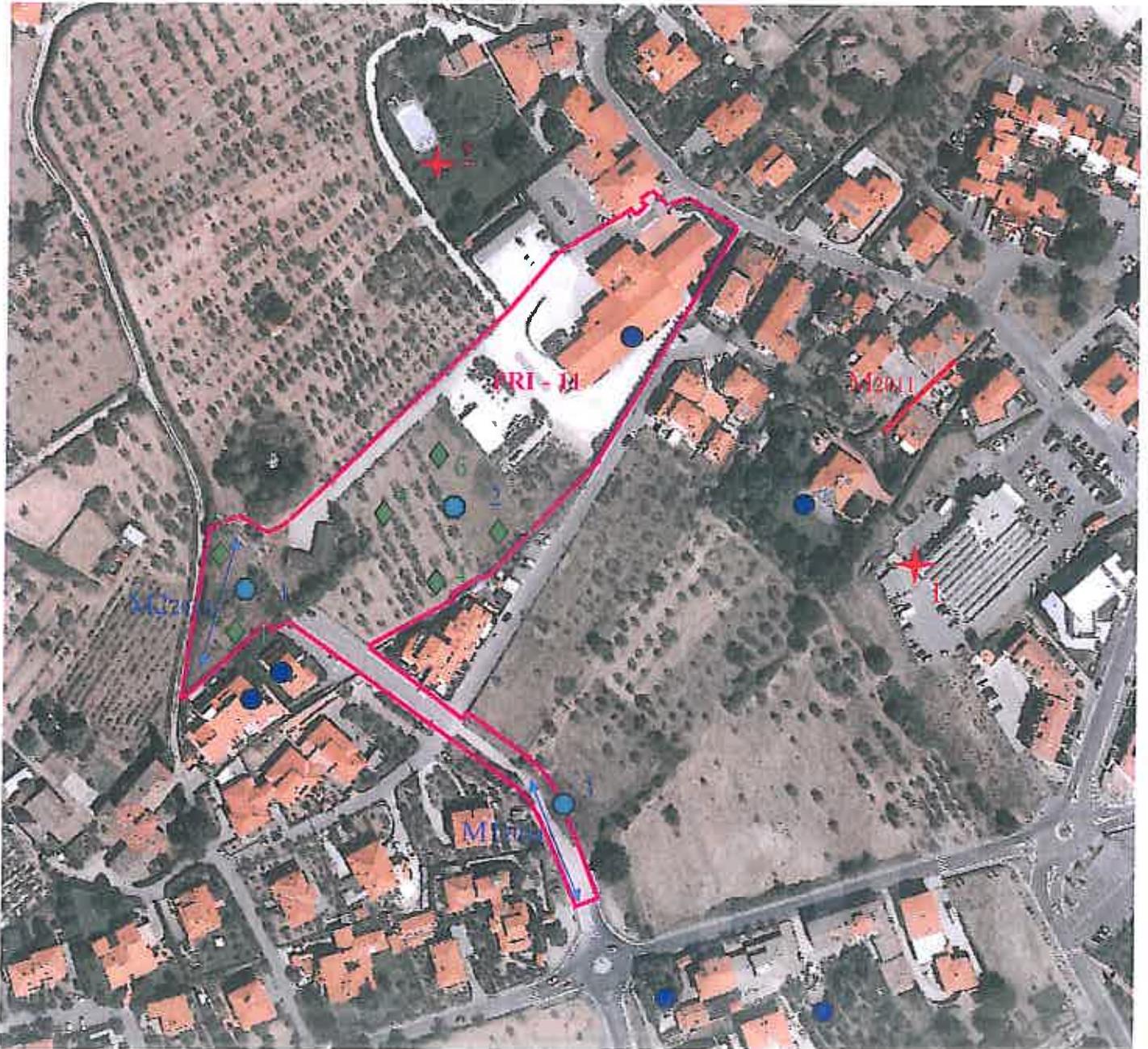
**FII** - Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto

Area in esame

- ALLEGATO 2 –  
- CERTIFICATI-



# UBICAZIONE INDAGINI



## LEGENDA

-  Ubicazione saggio con prelievo campione
-   MASW 2011
-  Ubicazione Prove Penetrometriche 2014
-   MASW 2014
-  HVSR 2014
-  Pozzi esistenti





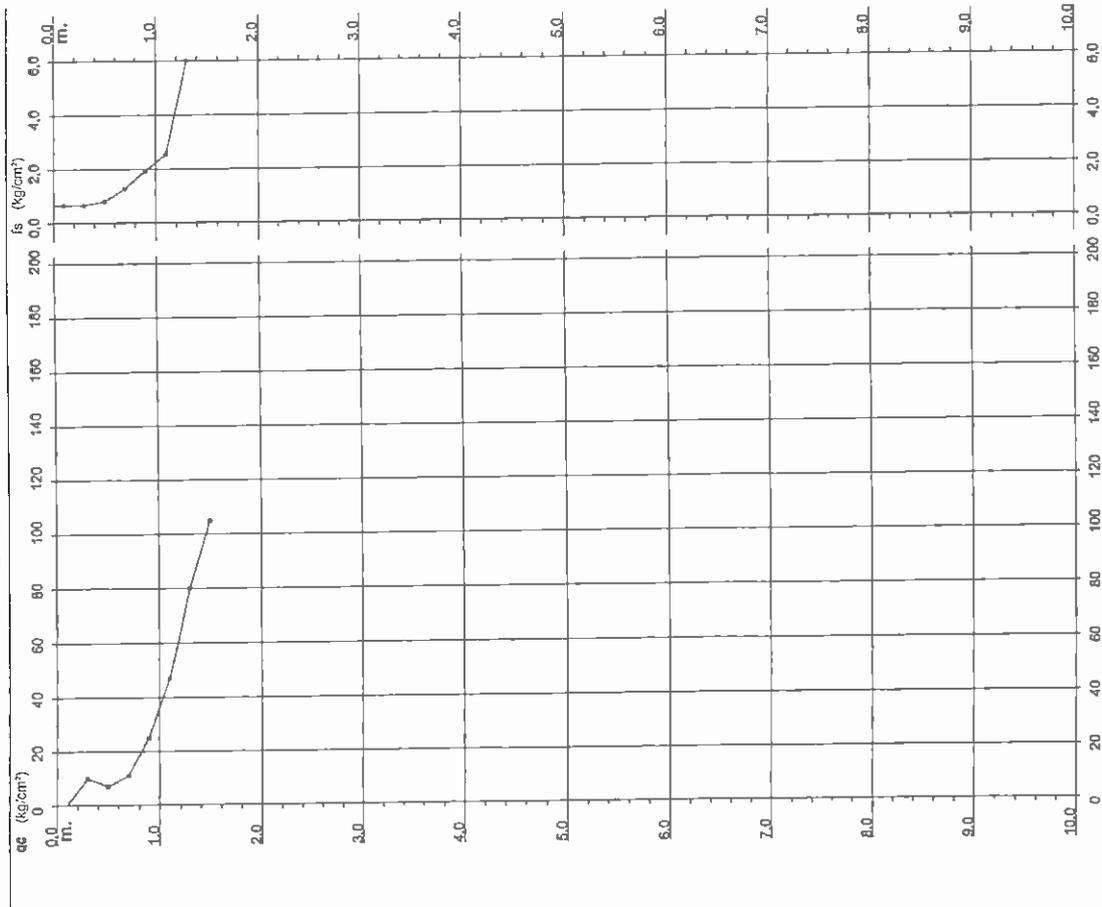
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -1,60 m da p.c. segue DFSH1

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



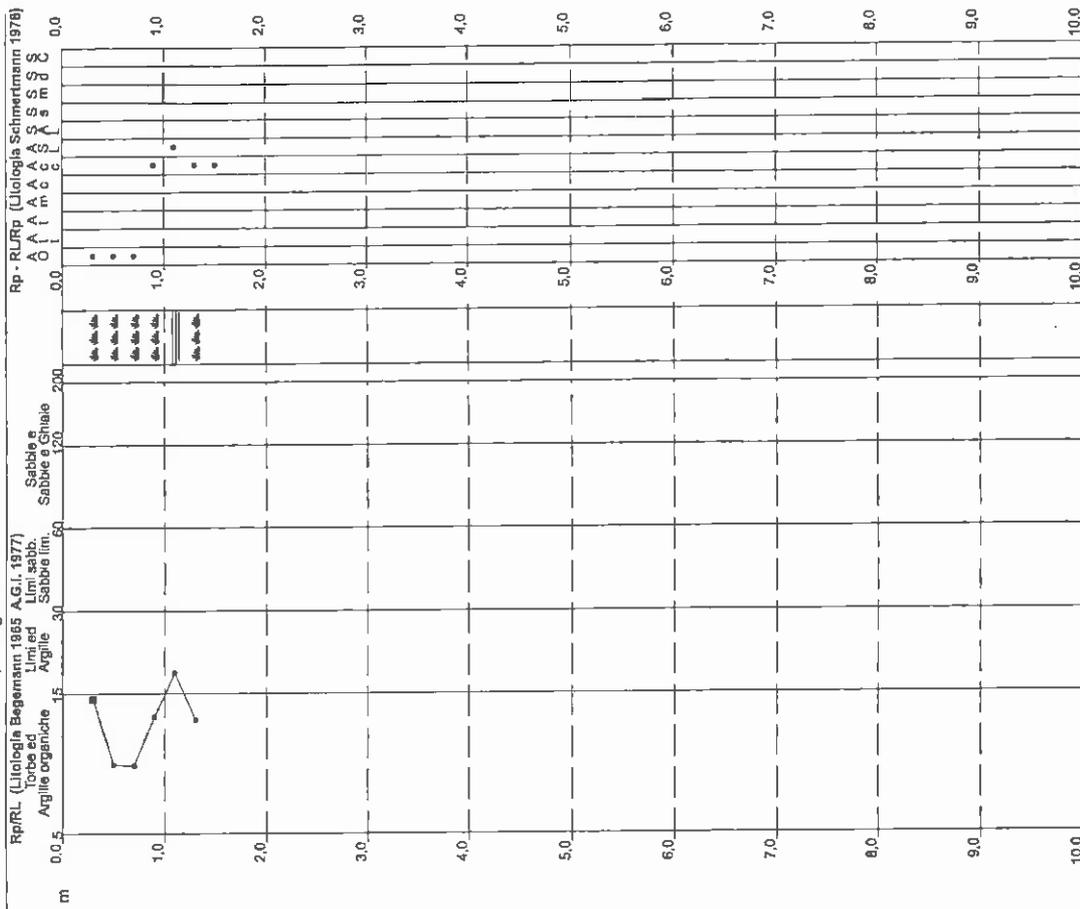
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2.01PG05-179

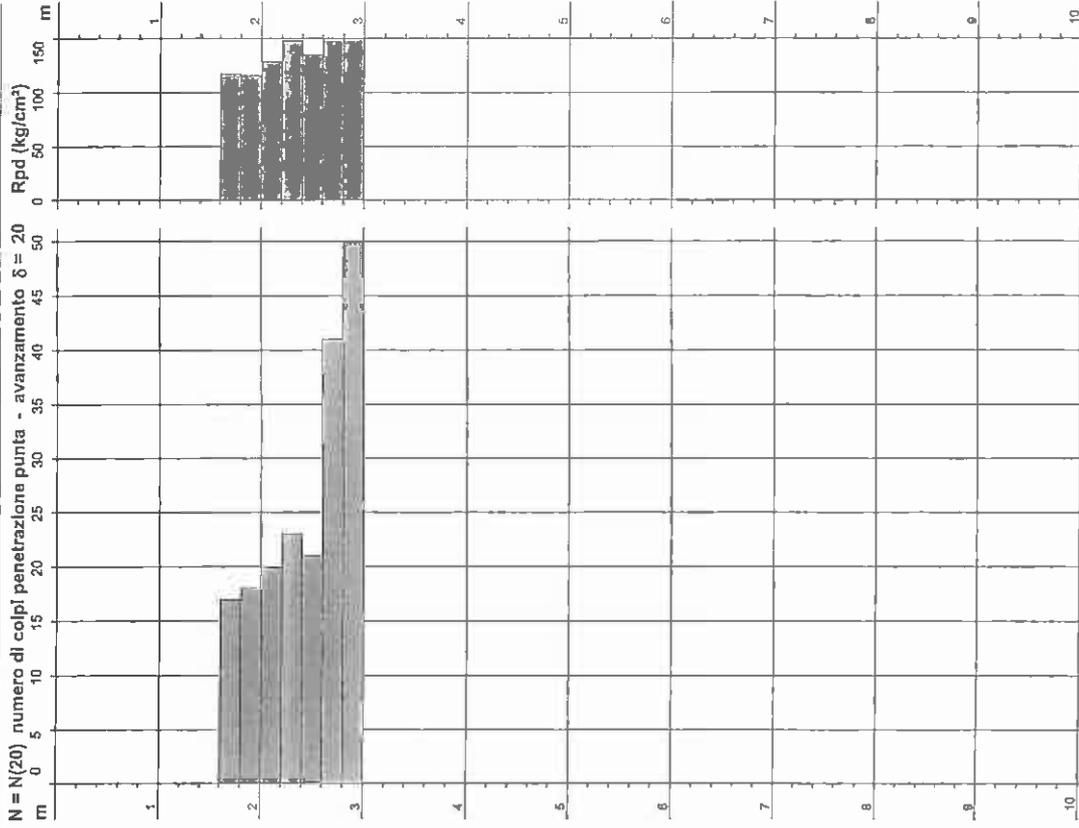
- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -1,60 m da p.c. segue DFSH1

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd  
 Scala 1: 50  
 DIN 1

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT1  
 - data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,60 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA  
 DIN 1

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT1  
 - data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,60 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	---	---	---	1,60 - 1,80	17	117,4	---
0,20 - 0,40	---	---	---	1,80 - 2,00	18	115,8	---
0,40 - 0,60	---	---	---	2,00 - 2,20	20	128,7	---
0,60 - 0,80	---	---	---	2,20 - 2,40	23	148,0	---
0,80 - 1,00	---	---	---	2,40 - 2,60	21	135,1	---
1,00 - 1,20	---	---	---	2,60 - 2,80	41	263,8	---
1,20 - 1,40	---	---	---	2,80 - 3,00	50	301,2	---

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)  
 - M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm² - D(diam. punta)= 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / ranghi Iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente: Gonnelli 1585 srl  
- lavoro: Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località: Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- note: Proseguimento della CPT1

- data: 16/01/2014  
- quota inizio: Da - 1,60 m da p.c.  
- prof. falda: Falda non rilevata  
- pagine: 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M-\min)$	s	M+s			
1	0,00	1,60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,52	0	
2	1,60	2,60	19,8	17	23	18,4	129,0	116	146	122,4	20
3	2,60	3,00	45,5	41	50	43,3	262,5	264	301	273,2	46
											286

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA					
				DR	$\sigma'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0,00	1,60	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	1,60	2,60	30	65,0	36,0	423	2,05	1,69	1,88	2,14	18	0,490	
3	2,60	3,00	70	92,5	44,0	731	2,19	1,92	4,38	2,63	02	0,046	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\sigma'(\text{t})$  = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (t) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

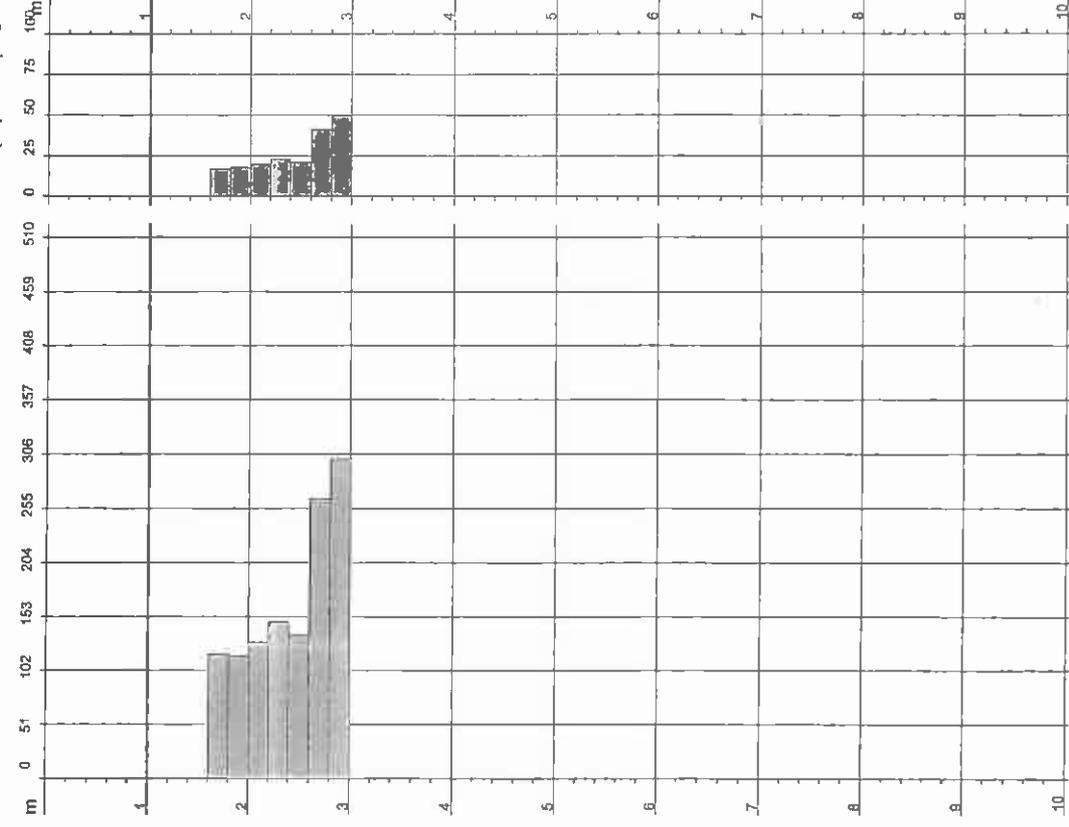
Scala 1: 50

DIN 1

- committente: Gonnelli 1585 srl  
- lavoro: Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località: Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)

- data: 16/01/2014  
- quota inizio: Da - 1,60 m da p.c.  
- prof. falda: Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 2**

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -2,00 m da p.c. segue DPSH2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. (m)	qc (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs									
0,20	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93
0,40	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94
0,60	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35
0,80	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00
1,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00
1,20	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93	17,0	1,07	15,93
1,40	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94	8,0	0,67	11,94
1,60	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35	18,0	0,93	19,35
1,80	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00	6,0	0,60	10,00
2,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00	14,0	2,00	7,00

NATURA GRANULARE

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

**CPT 2**

2.01PG08-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -2,00 m da p.c. segue DPSH2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. (m)	Letture di campagna (kg/cm²)	qc (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs	Prof. (m)	Letture di campagna (kg/cm²)	qc (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs
0,20	33,0	17,0	1,07	15,93	1,20	40,0	70,0	40,0	3,53
0,40	8,0	8,0	0,67	11,94	1,40	50,0	103,0	50,0	3,67
0,60	18,0	18,0	0,93	19,35	1,60	66,0	141,0	66,0	3,00
0,80	6,0	20,0	0,60	10,00	1,80	147,0	192,0	147,0	6,33
1,00	14,0	23,0	1,40	10,00	2,00	170,0	285,0	170,0	---

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C<sub>t</sub> = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)  
 - manico laterale (superficie 150 cm²)

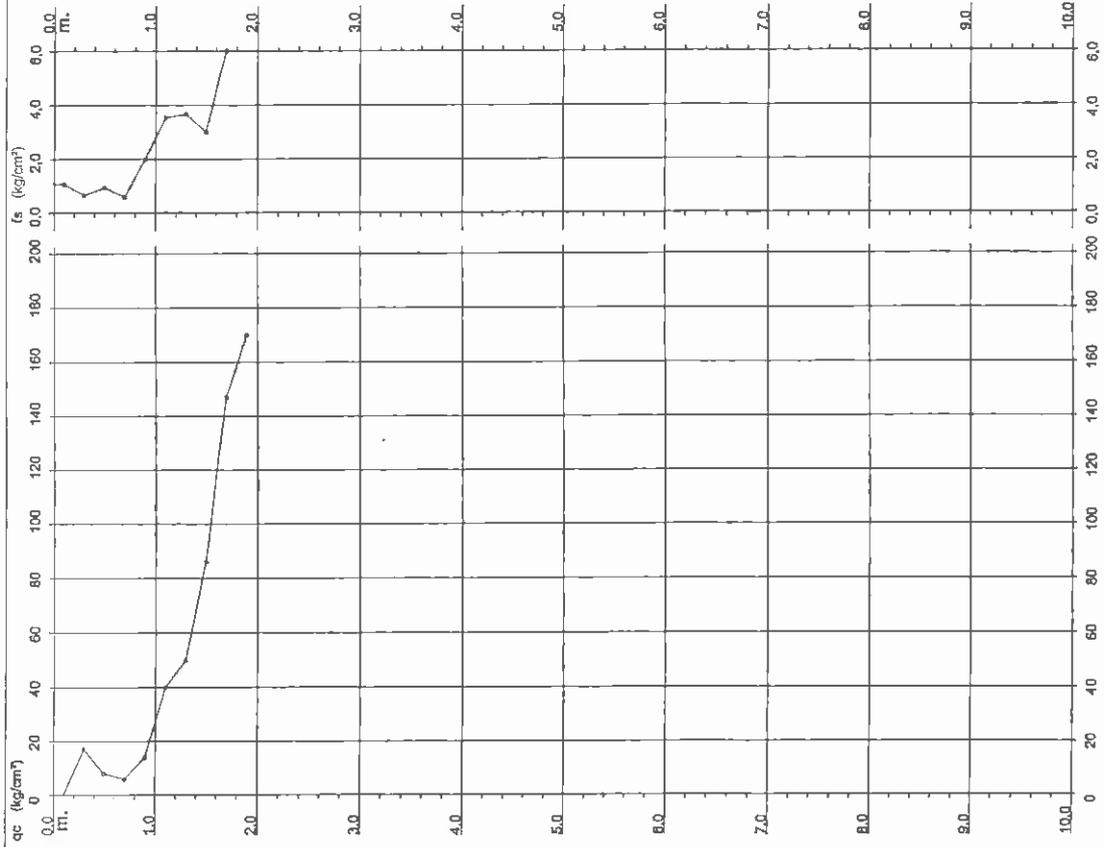
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -2.00 m da p.c. segue DPSH2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



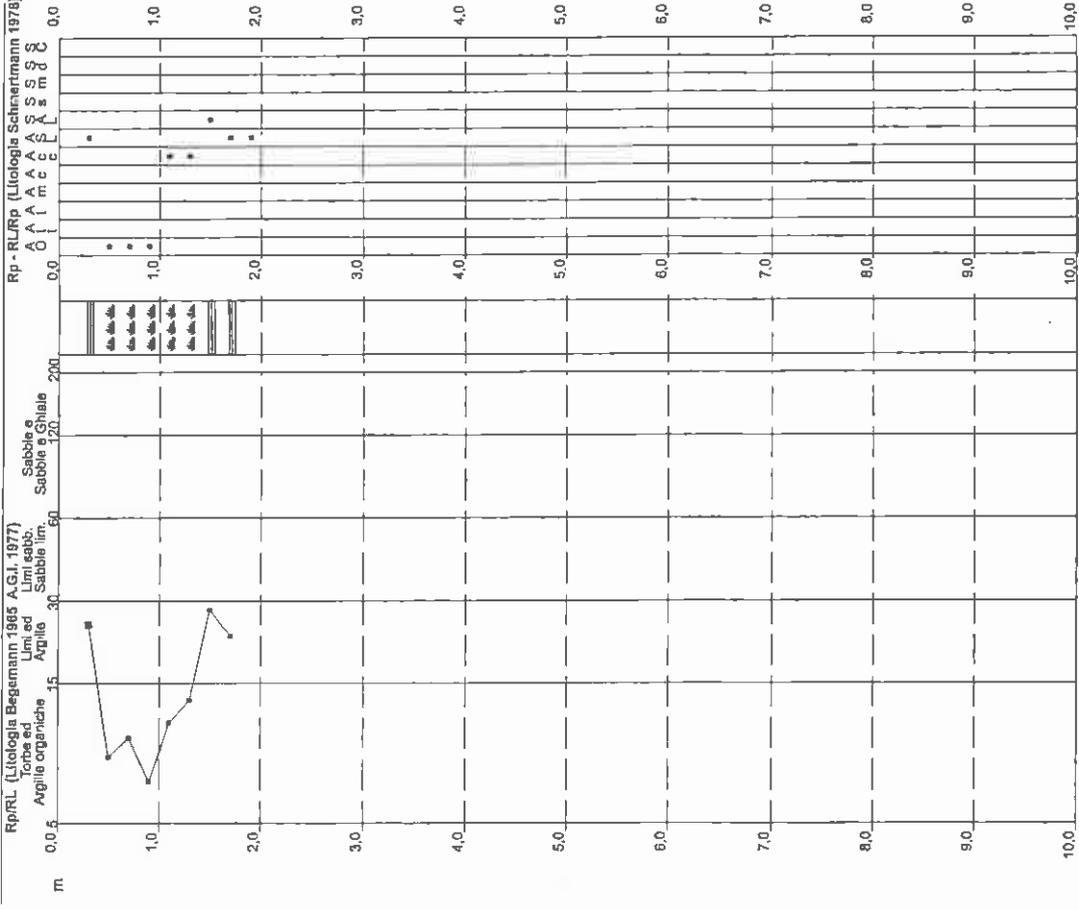
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 2**

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da -2.00 m da p.c. segue DPSH2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



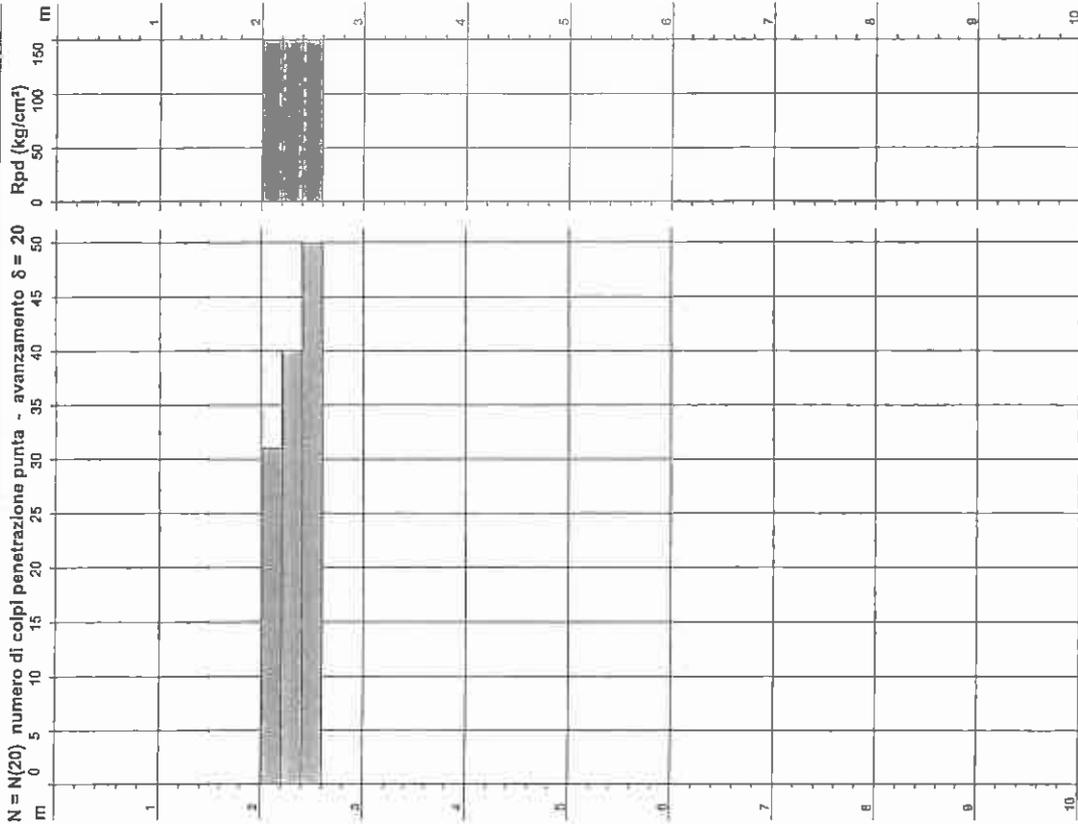
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

DIN 2

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Da - 2,00 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT2

- data : 16/01/2014  
 - quota inizio : Da - 2,00 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. (m)	N (colpi p)	Rpd (kg/cm²)	N (colpi r) asta	Prof. (m)	N (colpi p)	Rpd (kg/cm²)	N (colpi r) asta
0,00 - 0,20	---	---	---	1,40 - 1,60	---	---	---
0,20 - 0,40	---	---	1	1,60 - 1,80	---	---	2
0,40 - 0,60	---	---	1	1,80 - 2,00	---	---	3
0,60 - 0,80	---	---	1	2,00 - 2,20	31	199,5	3
0,80 - 1,00	---	---	2	2,20 - 2,40	40	257,4	3
1,00 - 1,20	---	---	2	2,40 - 2,60	50	321,7	3
1,20 - 1,40	---	---	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)  
 - M (massa battente) = 63,50 kg - H (altezza caduta) = 0,75 m - A (area punta) = 20,00 cm² - D (diam. punta) = 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi Iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente: Gonnelli 1585 srl  
- lavoro: Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località: Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- note: Proseguimento della CPT2

- data: 16/01/2014  
- quota inizio: Da -2,00 m da p.c.  
- prof. falda: Falda non rilevata  
- pagina: 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO		ELABORAZIONE STATISTICA					VCA	β	Nspt
		M	min	Max	1/2(M+min)	s	M+s	M+s			
1	0,00 - 2,00	N	0,0	0	0,0	0	0,0	0	1,52	0	
		Rpd	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0	0	
2	2,00 - 2,60	N	40,3	31	50	35,7	40	1,52	61		
		Rpd	259,5	200	322	239,5	258				

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico β = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 20 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof. (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA			
				DR	φ	E	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W
1	0,00 - 2,00		61	89,1	42,7	662	2,17	1,89	3,81	2,52	0,121
2	2,00 - 2,60										

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa φ (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

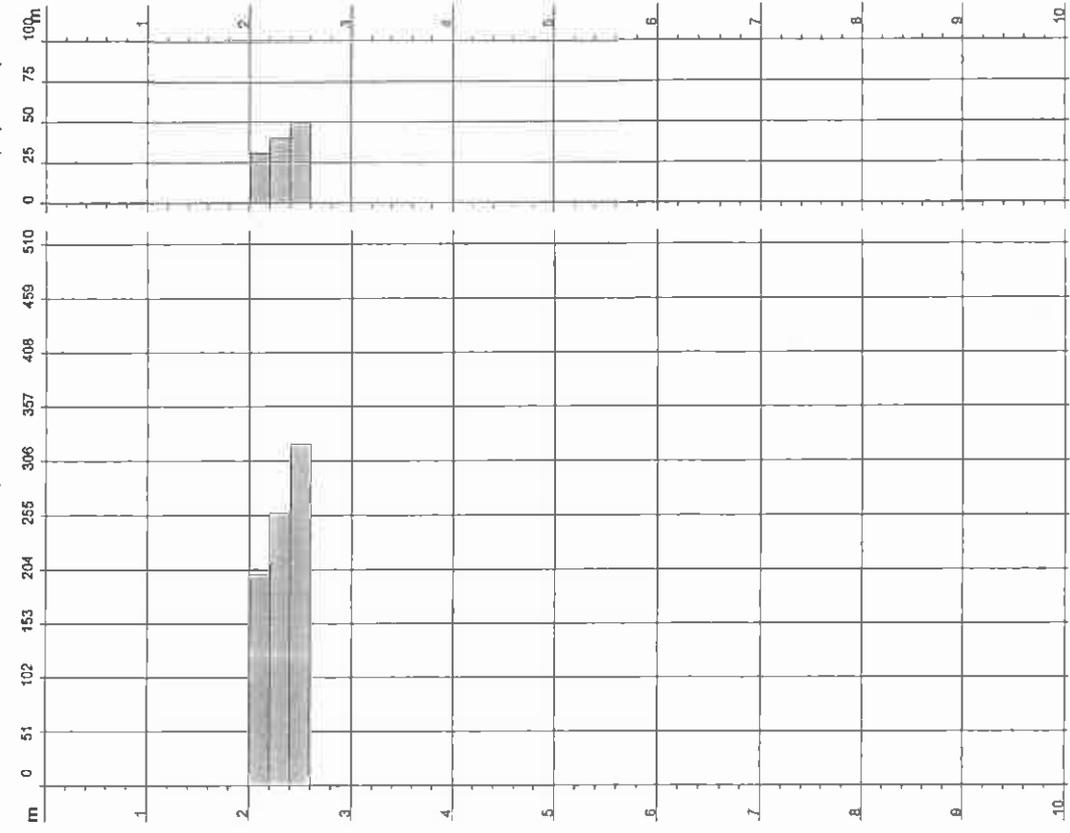
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente: Gonnelli 1585 srl  
- lavoro: Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località: Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)

- data: 16/01/2014  
- quota inizio: Da -2,00 m da p.c.  
- prof. falda: Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"  
N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 3

2.0.PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1.40 m da p.c. segue DPGH3

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs	Y cm	σ <sub>vo</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (%)	E <sub>50</sub> E <sub>vd</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	NATURALE													
										e1s	e2s	e3s	e4s	e5s	emv	entv	Ar	F25	Mo	kg/cm <sup>2</sup>			
0.20	77	1.85	0.04	0.37	0.47	-	57	146	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	92	2.09	0.85	0.31	0.54	31.4	81	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	11	3	2.09	1.85	0.16	0.54	31.4	81	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	20	6	4.7	1.85	0.22	0.90	37	94	204	180	96	46	38	43	47	37	0.125	33	61	60	-	-	-
1.20	200	6	4.7	1.85	0.22	0.90	37	94	204	180	96	46	38	43	47	37	0.125	33	61	60	-	-	-
1.40	215	5	5	1.85	0.26	-	-	-	100	42	43	45	48	45	38	0.208	338	538	845	-	-	-	-

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1= 10 - Velocità Avanzamento punto 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann a = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manico laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

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

CPT 3

2.0.PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1.40 m da p.c. segue DPGH3

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0.20	6,0	18,0	6,0	0,80	22,0	1,00	20,0	68,0	20,0	3,67	5,0
0.40	12,0	16,0	12,0	0,27	22,0	1,20	66,0	121,0	86,0	8,33	8,0
0.80	11,0	30,0	11,0	1,27	9,0	1,40	215,0	340,0	215,0	—	—
				3,20	3,0						



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

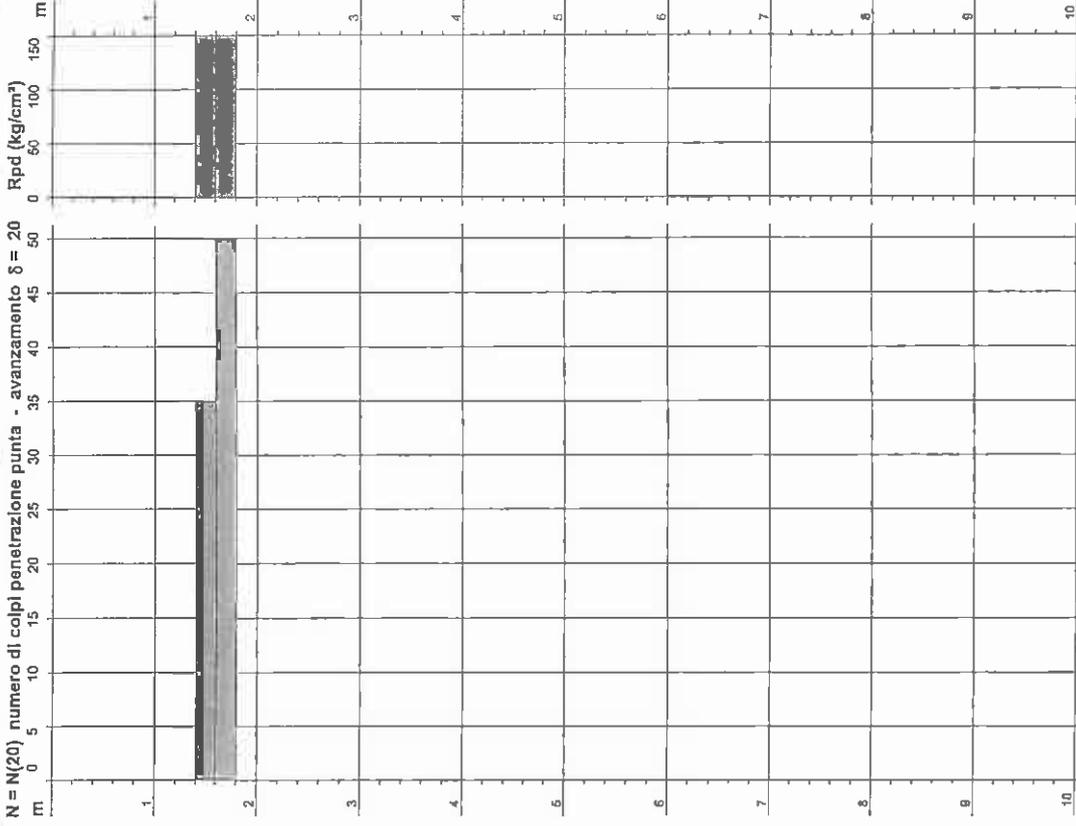
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1:50

DIN 3

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT3

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT3

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	—	—	—	1,00 - 1,20	—	—	—
0,20 - 0,40	—	—	—	1,20 - 1,40	—	—	—
0,40 - 0,60	—	—	—	1,40 - 1,60	35	241,7	2
0,60 - 0,80	—	—	—	1,60 - 1,80	50	345,2	2
0,80 - 1,00	—	—	—				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPFH (S. Heavy)  
 - M (massa battente) = 63,50 kg - H (altezza caduta) = 0,75 m - A (area punta) = 20,00 cm² - D (diam. punta) = 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi Iniezione : S!

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- note : Proseguimento della CPT3

- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO		ELABORAZIONE STATISTICA					VCA	β	Nspt	
		M	N	min	Max	1/2(M+min)	s	M-s				M+s
1	0,00	1,40	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	1,52	0
2	1,40	1,80	42,5	35	50	38,8	—	—	—	42	1,52	64
			283,4	242	345	287,6	—	—	—	290		

M: valore medio  
N: numero Colpi Prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico β = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 20 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof. (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	1,40	64	50,3	43,1	685	2,18	1,90	4,00	2,55	04	0,095
2	1,40	1,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa  
σ' (k) = angolo di attrito efficace  
e (s) = indice dei vuoti  
Cu (kg/cm²) = coesione non drenata  
E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato  
W% = contenuto d'acqua  
Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

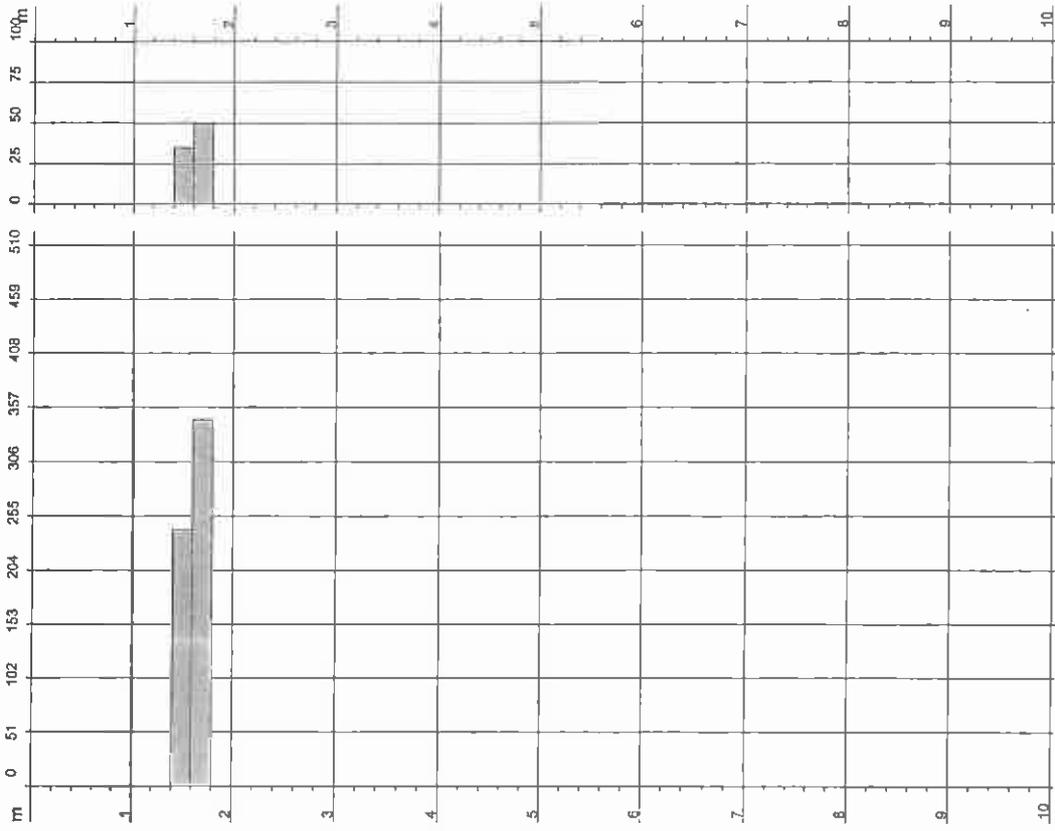
Scala 1: 50

DIN 3

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)

- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi δ = 20





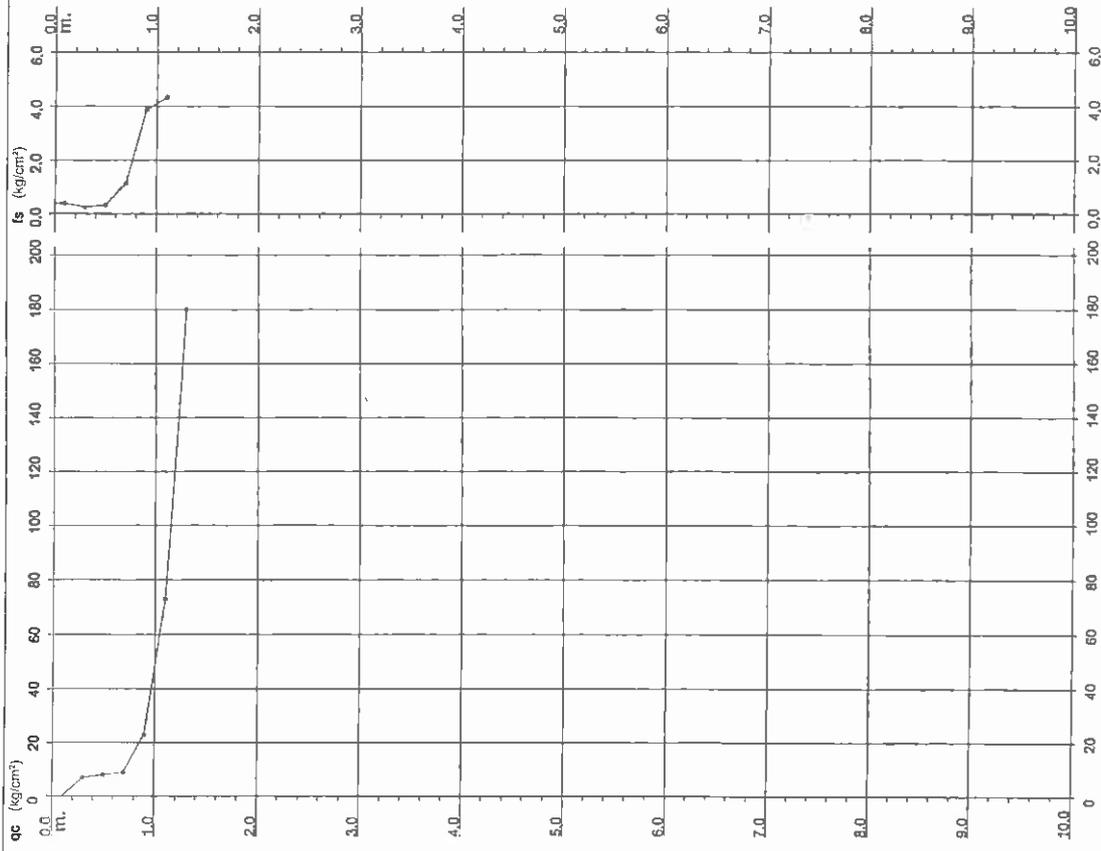
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 4**

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1,40 m da p.c. segue DPSH4

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50



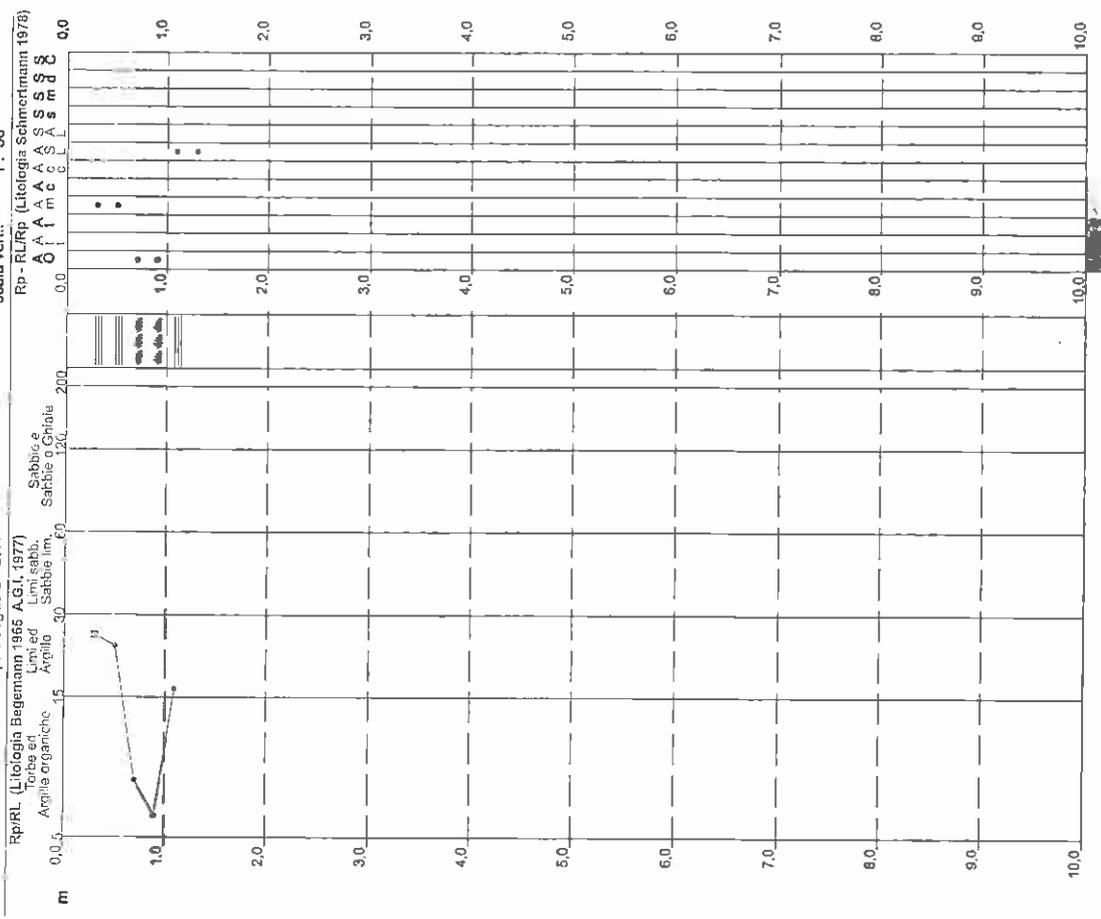
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 4**

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1,40 m da p.c. segue DPSH4

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 50

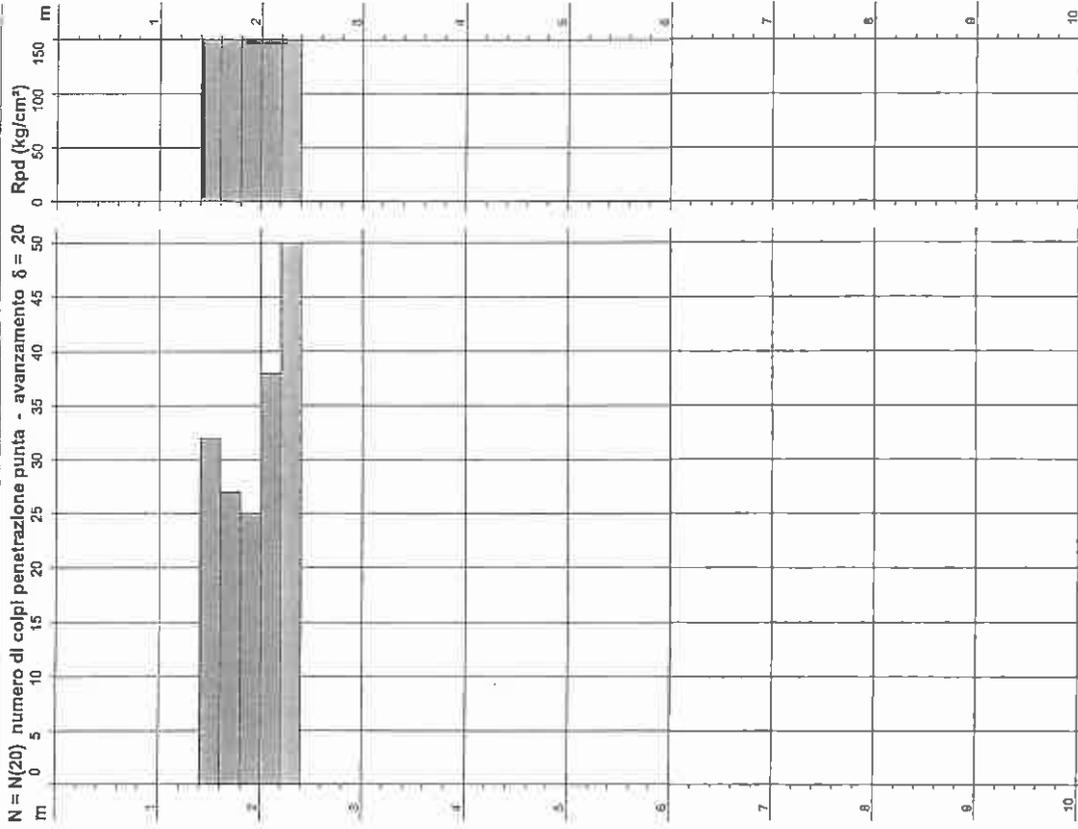


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

DIN 4

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT4  
 - data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT4  
 - data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	---	---	---	1,20 - 1,40	---	---	---
0,20 - 0,40	---	---	---	1,40 - 1,60	32	220,9	2
0,40 - 0,60	---	---	---	1,60 - 1,80	27	186,4	2
0,60 - 0,80	---	---	---	1,80 - 2,00	25	160,9	3
0,80 - 1,00	---	---	---	2,00 - 2,20	38	244,5	3
1,00 - 1,20	---	---	---	2,20 - 2,40	50	321,7	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)  
 - M (massa battente) = 63,50 kg - H (altezza caduta) = 0,75 m - A (area punta) = 20,00 cm² - D (diam. punta) = 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20 \text{ cm}$  ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- note : Proseguimento della CPT4

- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	1/2(M+min)	s	M+s			
1	0,00	1,40	0,0	0	0	0,0	0,0	0	1,52	0	
		Rpd	0,0	0	0	0,0	0,0	0	1,52	43	
2	1,40	2,00	28,0	25	32	26,5	28	189	1,52	43	
		N	169,4	161	221	175,1	189	283	1,52	67	
		Rpd	44,0	38	50	41,0	44	283	1,52	67	
3	2,00	2,40	283,1	245	322	263,8	283	283	1,52	67	
		Rpd	283,1	245	322	263,8	283	283	1,52	67	

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta^2 = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE			NATURA COESIVA					
				DR	$\sigma'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	1,40	43	78,0	39,3	523	2,11	1,79	2,69	2,30	12	0,309
2	1,40	2,00	67	91,4	43,6	708	2,19	1,91	4,19	2,59	03	0,070
3	2,00	2,40										

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\sigma'$  (k) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 $\sigma$  (k) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (k/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

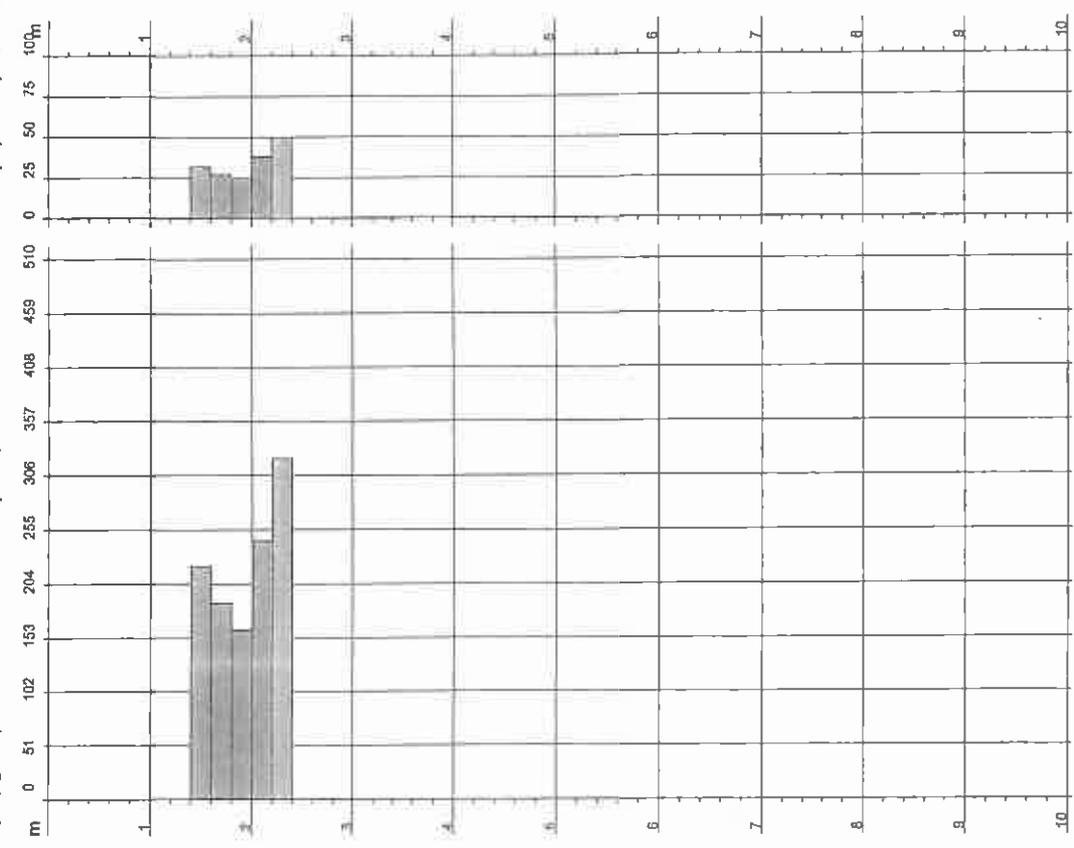
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)

- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"    N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$





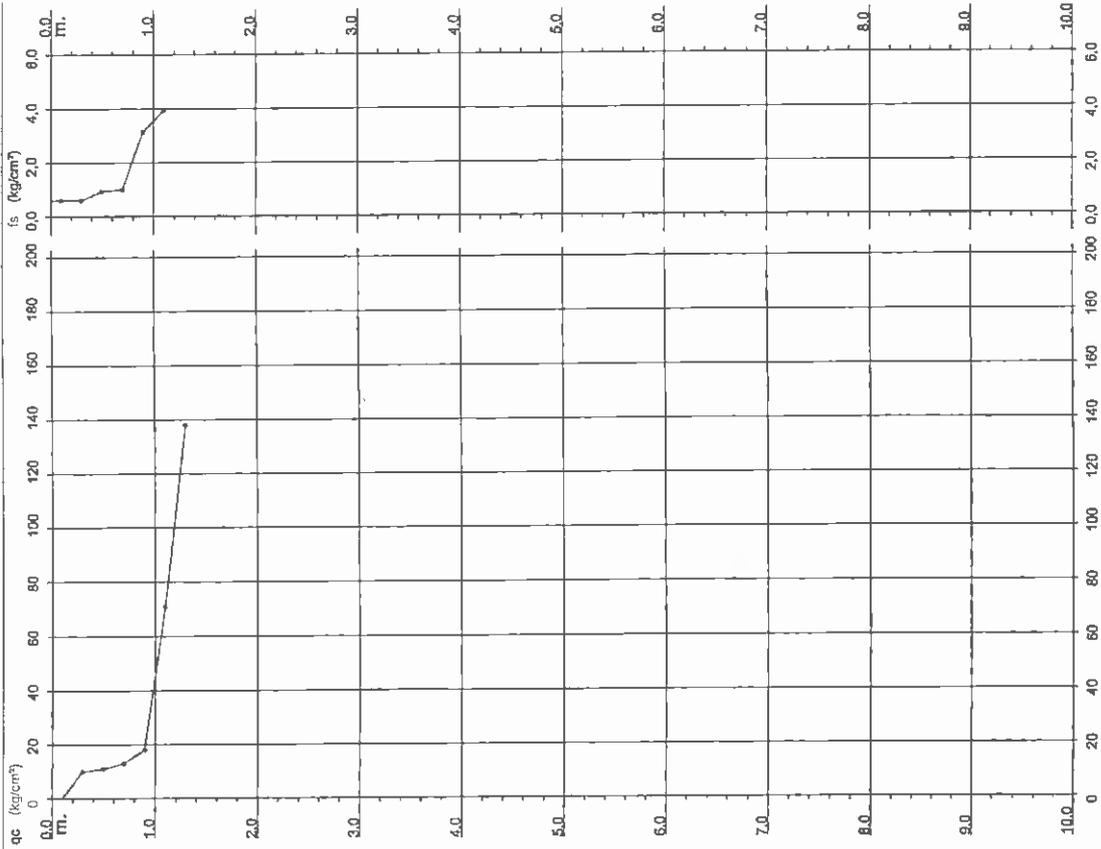
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1,40 m da p.c. segue DPSH5

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



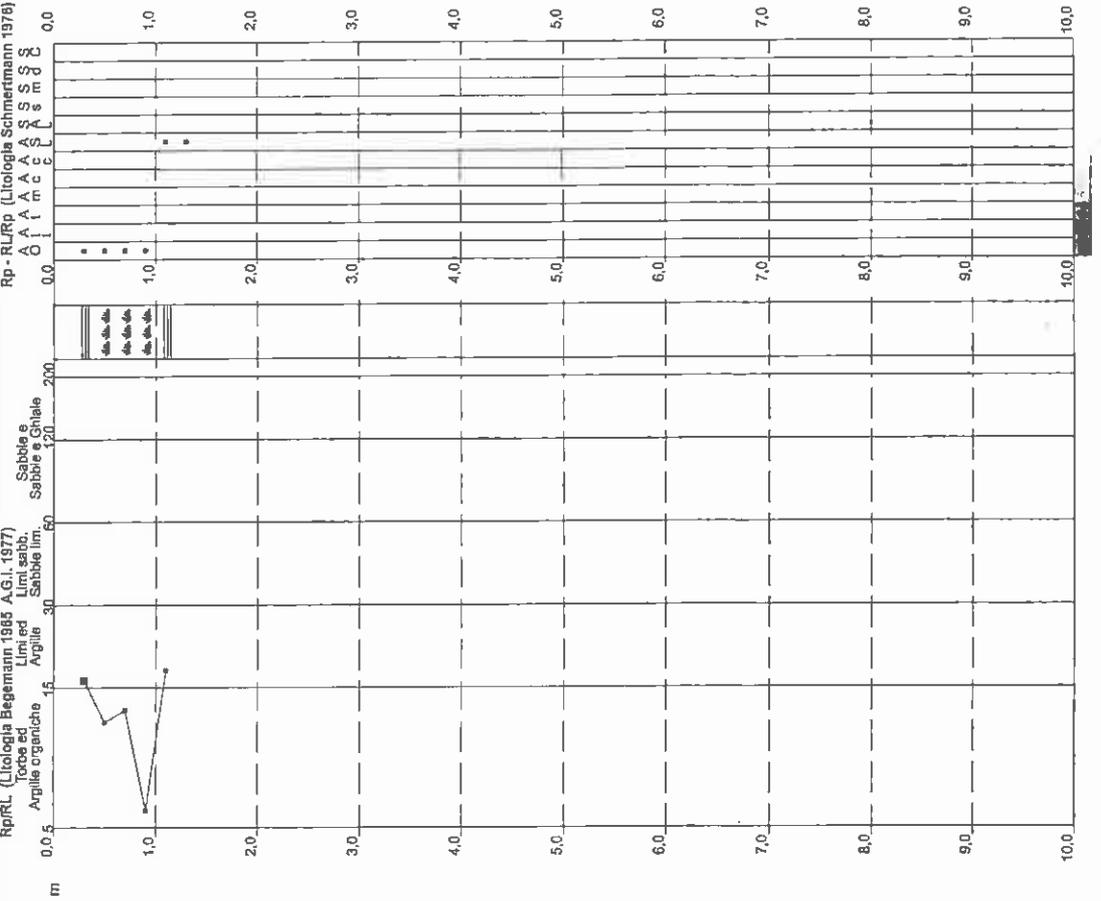
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 5

2.01PG05-179

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Da - 1,40 m da p.c. segue DPSH5

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 50



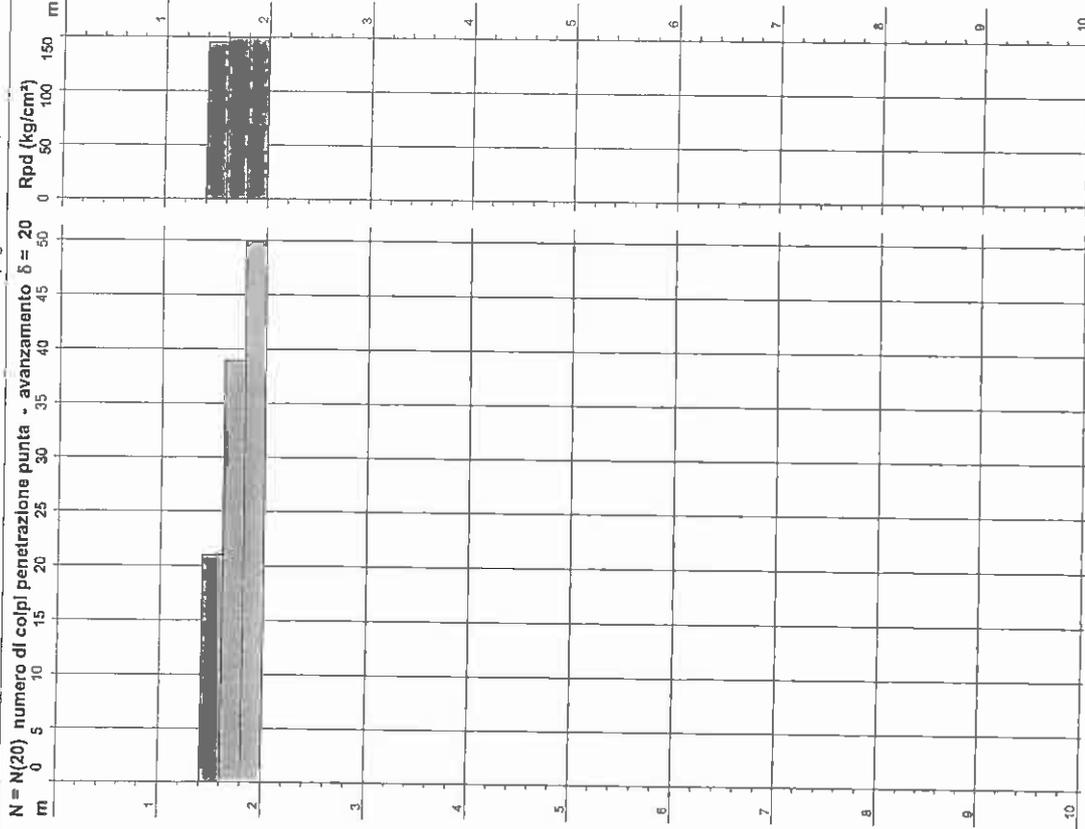
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 5

Scala: 1: 50

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT5

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 5

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note : Proseguimento della CPT5

- data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	---	---	---	1,00 - 1,20	---	---	---
0,20 - 0,40	---	---	1	1,20 - 1,40	---	---	2
0,40 - 0,60	---	---	1	1,40 - 1,60	21	145,0	2
0,60 - 0,80	---	---	1	1,60 - 1,80	39	269,3	2
0,80 - 1,00	---	---	2	1,80 - 2,00	50	321,7	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)  
 - M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,00 cm² - D (diam. punta)= 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [ s = 20 cm ] - Uso investimento / fanghi Iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 5

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- note : Proseguimento della CPT5

- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO		ELABORAZIONE STATISTICA					VCA	β	Nspt
		M	m/h	Max	%(M+min)	s	M+s	M+s			
1	0,00 - 1,40	0,0	0	0	0,0	---	---	---	0	1,52	0
		Rpd	0,0	0	0,0	---	---	---	0		
2	1,40 - 2,00	36,7	21	50	28,8	---	---	---	37	1,52	56
		N	245,3	322	195,2	---	---	---	247		
		Rpd				---	---	---			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico β = 1,52)    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 20 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof. (m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE			NATURA COESIVA												
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e							
1	0,00 - 1,40		56	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	1,40 - 2,00		56	87,3	41,9	623	2,16	1,67	3,50	2,46	06	0,168							

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa    σ' (t) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (t) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm²) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

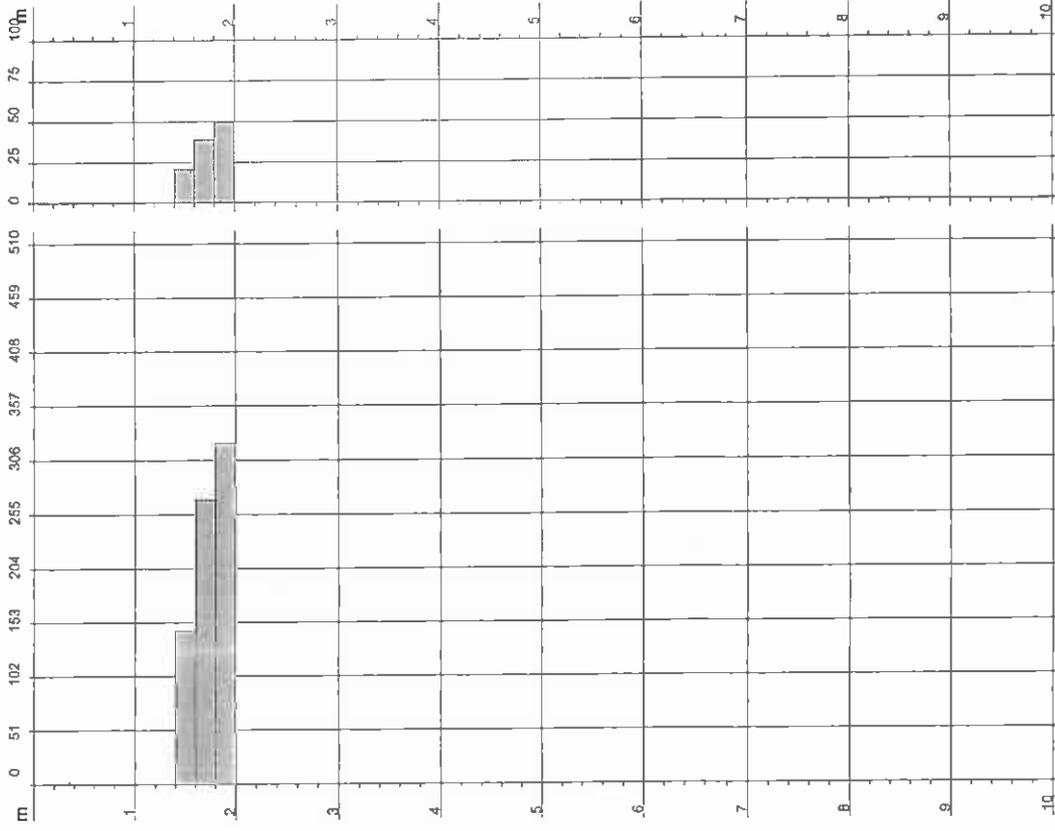
Scala 1: 50

DIN 5

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)

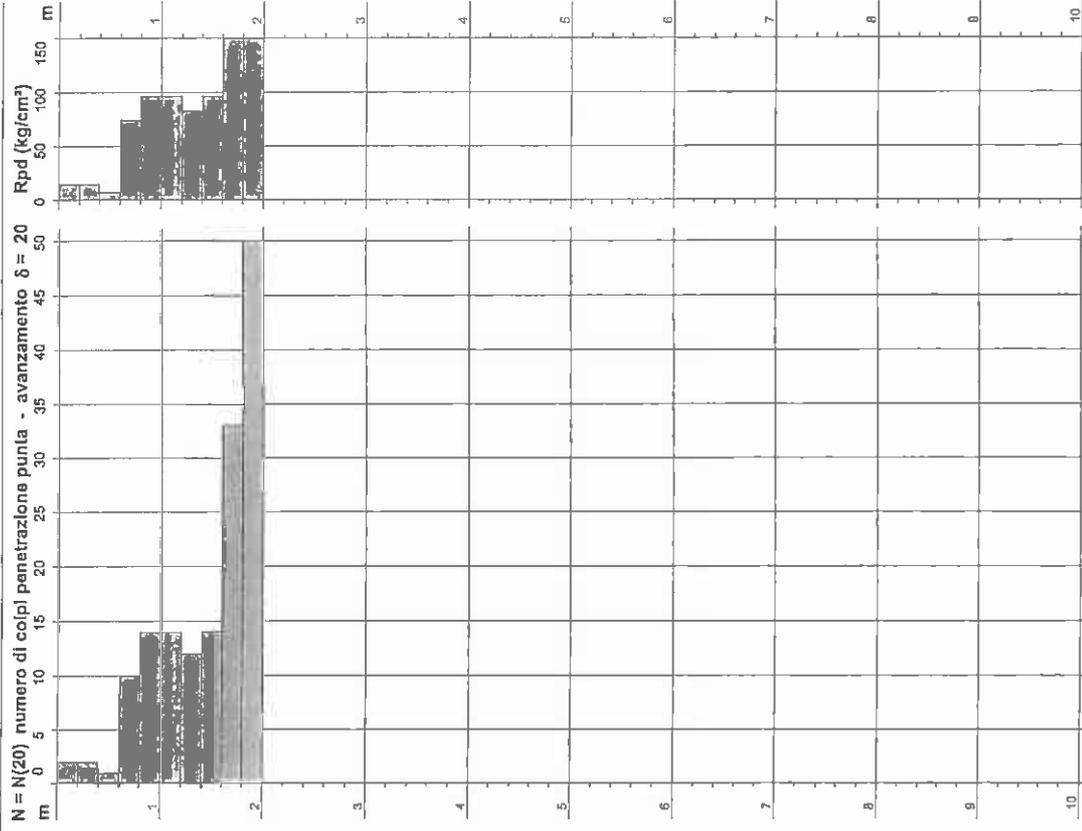
- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Da - 1,40 m da p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"    N = N(20) n° colpi δ = 20



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd  
 Scala 1:50  
 DIN 6

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note :  
 - data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 TABELLE VALORI DI RESISTENZA  
 DIN 6

- committente : Gonnelli 1585 srl  
 - lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
 - località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
 - note :  
 - data : 28/01/2014  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	1,00 - 1,20	14	96,7	2
0,20 - 0,40	2	14,9	1	1,20 - 1,40	12	82,9	2
0,40 - 0,60	1	7,4	1	1,40 - 1,60	14	96,7	2
0,60 - 0,80	10	74,5	1	1,60 - 1,80	33	227,8	2
0,80 - 1,00	14	96,7	2	1,80 - 2,00	50	321,7	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPSH (S. Heavy)  
 - M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punia)= 20,00 cm² - D(diam. punia)= 50,50 mm  
 - Numero Colpi Punia: N = N(20) [ δ = 20 cm ] - Uso rivestimento / fanghi Iniezione : SI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 6

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- nota :  
- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt
			M	min	Max	1/2(M+min)	s	M+s			
1	0,60	N	1,7	1	2	1,3	---	---	2	1,52	3
		Rpd	12,4	7	16	9,9	---	---	45	---	---
2	0,60	N	12,8	10	14	11,4	---	---	13	1,52	20
		Rpd	69,5	75	97	82,0	---	---	91	---	---
3	1,60	N	41,5	33	50	37,3	---	---	42	1,52	64
		Rpd	274,8	228	322	251,3	---	---	278	---	---

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Copi    Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico β = 1,52)    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 20 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
				DR	φ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,60	3	11,3	27,2	214	1,86	1,38	0,19	1,78	44	1,194
2	0,60	1,60	20	50,0	33,0	346	1,99	1,59	1,25	2,02	25	0,667
3	1,60	2,00	64	90,3	43,1	685	2,18	1,90	4,00	2,55	04	0,095

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa    φ' (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (°) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm²) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

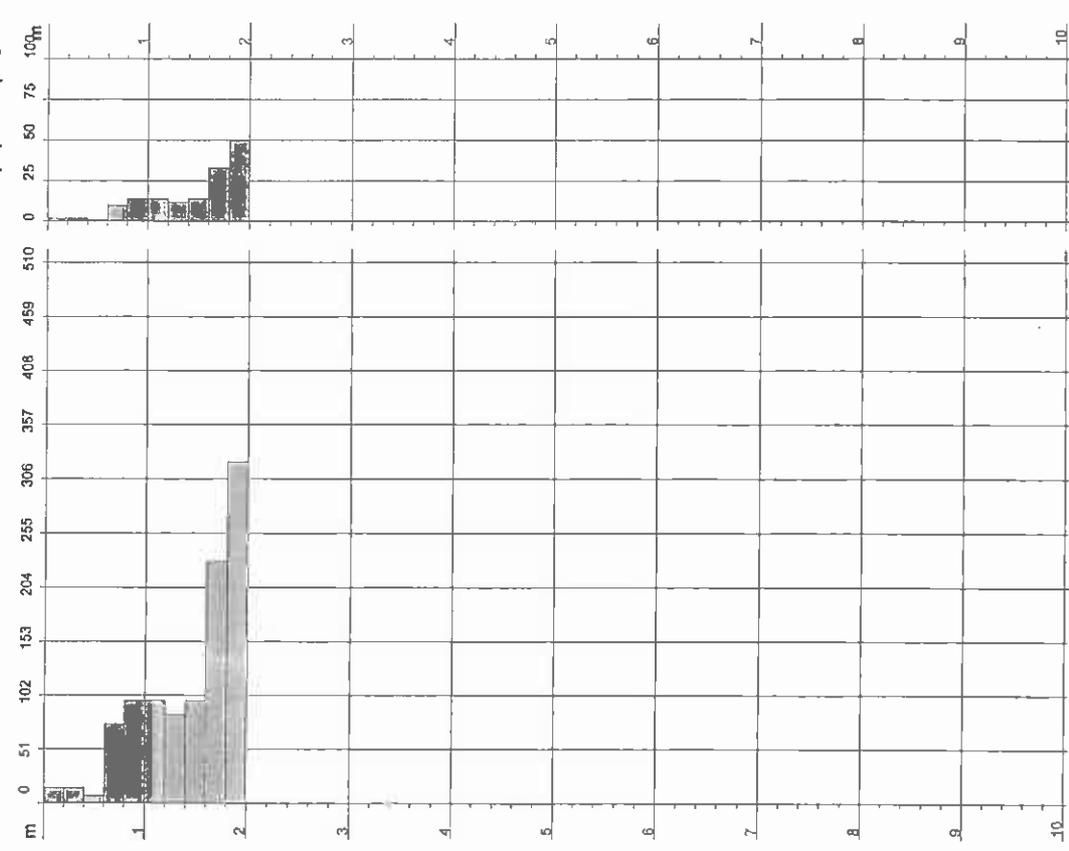
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

DIN 6

- committente : Gonnelli 1585 srl  
- lavoro : Dott. Geol. Giuliano Innocenti  
- località : Via E. De Nicola, 41 - Reggello (FI)  
- data : 28/01/2014  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"    N = N(20) n° colpi δ = 20



## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (qc / fs)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. - 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = qc / fs	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di FR = (fs / qc) % :

-AO	= argilla organica e terreni misti
-At	= argilla (inorganica) molto tenera
-At	= argilla (inorganica) tenera
-Am	= argilla (inorganica) di media consistenza
-Ac	= argilla (inorganica) consistente
-Acc	= argilla (inorganica) molto consistente
-ASL	= argilla sabbiosa e limosa
-SAL	= sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
-Ss	= sabbia sciolta
-Sm	= sabbia mediamente addensata
-Sd	= sabbia densa o cementata
-SC	= sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- 1/3 ± 1/2 di quello misurato, per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ), per depositi coesivi.

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$  )
- manico laterale di atùrio tipo 'Begemann' ( Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$  )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( ± 0,5 cm / sec )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.⇒ Spinta)  $Ct = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $qc$  ( Kg /  $\text{cm}^2$  ) = ( L. punta )  $Ct / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $fs$  ( Kg /  $\text{cm}^2$  ) = [(L. laterale) - (L. punta)]  $Ct / 150$

fase 3 - resistenza totale  $Rt$  ( Kg ) = ( L. totale )  $Ct$

$qc / fs$  = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manico ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S$  ( Kg ), corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $Ct$  .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manico laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale  $fs$  viene computata 20 cm sopra la punta .

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N ≈ 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N ≈ 100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> ≈ 1000 kPa ≈ 100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup> ≈ 100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg = 10 kN

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

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici	
Tipo	Stigla riferimento Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light) M ≤ 10
Medio	DPM (Medium) 10 < M < 40
Pesante	DPH (Heavy) 40 ≤ M < 60
Super pesante	DPSH (Super Heavy) M ≥ 60

**CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)**

- M = 63,50 kg
- H = 0,75 m
- Ms = 30,00 kg
- D = 50,50 mm
- A = 20,00 cm<sup>2</sup>
- α = 90°
- La = 1,00 m
- Ma = 8,00 kg
- P1 = 0,80 m
- N = N(20) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
- SI
- Q = (MH)/(Aδ) = 11,91 kg/cm<sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm<sup>2</sup> )
- βt = Q/Qspt = 1,521 (teoricamente : Nspt = βt N)

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

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A ]  
e = infissione per colpo = δ / N  
M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

**UNITA' di MISURA (conversioni)**

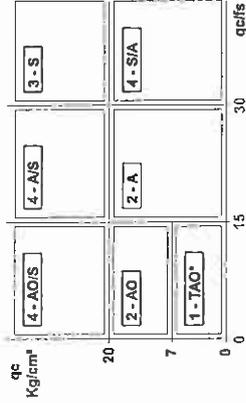
- 1 kg/cm<sup>2</sup> = 0,098067 MPa
- 1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10,197 kg/cm<sup>2</sup>
- 1 bar = 1,0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0,1 MPa
- 1 kN = 0,001 MN = 101,97 kg

**LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI**

**SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )**

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

- qc ≤ 20 kg/cm<sup>2</sup> : possibili terreni COESIVI anche se ( qc / fs ) > 30
- qc ≥ 20 kg/cm<sup>2</sup> : possibili terreni GRANULARI anche se ( qc / fs ) < 30



**NATURA LITOLOGICA**

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA/GRANULARE

**PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia**

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni : γ - qc - natura ] ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di γ )
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni : Cu - qc ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR - Cu - σ'vo ] ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancelotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu - Cu - OCR - Ip = Ind.plast. ] (Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976) )
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni : E' - qc ] (E50 - E25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coef. di sicurezza F = 2 - 4, rispettivamente) (Schmertmann 1970 / 1978 - Jarnilkowski et al. 1983) )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo - qc - natura ] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricci et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati) [ correlazioni : Dr - qc - σ'vo ] (Schmertmann 1976 )
- Ø' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [ correl. : Ø' - Dr - qc - σ'vo ] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )
- Ø2s = sabbia Ø3s = sabbia grossa Ø4s = sabbia-ghiaia poco lim./ghiaietto unif. ØØdm - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C. ØØmy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari) ( g = acc.gravità )(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr ]

- ALLEGATO 3 -  
- CERTIFICATI- INDAGINE SISMICA-





**GEOGNOSTICA  
FIORENTINA SRL**

Geognostica Fiorentina srl  
Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)  
C.F./P.IVA • 05256260489  
Tel. e Fax • 055 720195  
E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI REGGELLO  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante  
metodologia MASW  
per Calcolo Vs30 - D.M. 14/01/2008

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via Enrico De Nicola, 41  
Loc. Cascia - Reggello (FI)



Committente:

GONNELLI 1585 SRL

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW in data 16 Gennaio 2014, come concordato con la committenza e con il Dott. Geol. Giuliano Innocenti, in via Enrico De Nicola, 41 – Loc. Cascia nel Comune di Reggello (FI) (TAVOLA I).

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

## MASW: metodologia d'indagine

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30m).

In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche.

Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino a profondità di circa 30m a seconda

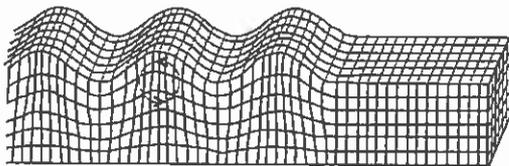
della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra la velocità di propagazione dell'onda e la più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali (come nel nostro caso), oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento (in entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello).

Rayleigh Wave



Componente verticale del moto - geofono verticale



Componente orizzontale del moto - geofono orizzontale



## Schema operativo

In TAVOLA 1, è riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita.

Dopo una prima analisi dell'area ed in considerazione degli spazi a disposizione è stato deciso di adottare la seguente configurazione:

- o n° geofoni: 24
- o distanza intergeofonica di 2.0 m per complessivi 46 m di rilievo (G1-G24)
- o n° 2 offset (distanza tra i punti di energizzazione e il primo o l'ultimo geofono) a 2 m dal primo geofono e dall'ultimo.

Per quanto riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- o tempo di acquisizione: 1.5 s

- frequenza di campionamento 2000 Hz
- periodo di campionamento 500  $\mu$ s.

### Strumentazione impiegata

Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA electronic instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz. Come sorgente di energia sismica per le onde di Rayleigh si è fatto uso di una mazza con maglio da 10 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea con lo stendimento. L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

### Analisi e risultati dell'indagine

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità; 2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori; 3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa *picking* della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato *modo*; 4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

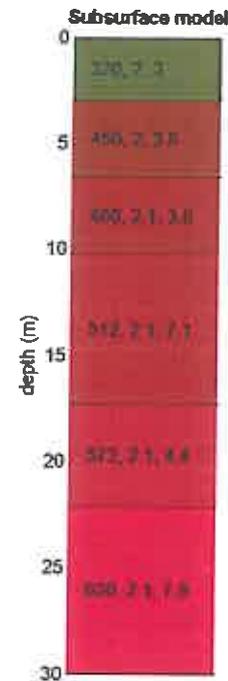
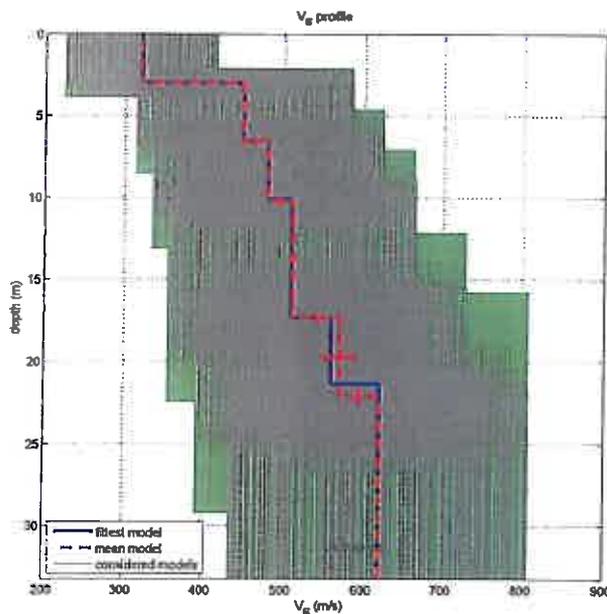
I risultati dell'elaborazione sono riportati in TAVOLA 2.

Nella Tabella e nelle Figure sottostanti vengono riportati: l'andamento del profilo di velocità; gli spessori; le relative velocità Vs (dalle onde di Rayleigh) e la densità stimati, ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.

Spessore (m)	Vs (m/s)
3.0	320
3.6	450
3.6	480
7.1	512
4.8	572
semi-spazio	620

Modello medio individuato  
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 501 m/s)

*Profilo verticale della Vs  
Nella colonna: Vs (m/s),  
densità (gr/cm<sup>3</sup>) e spessore (m).*



L'analisi della dispersione delle onde superficiali nelle componenti di Rayleigh ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a 501 m/s, considerando come riferimento il piano campagna.

In base al profilo sismostratigrafico ed al valore di Vs30 ottenuto, il sito potrebbe risultare compatibile con la *categoria di sottosuolo B*, secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II, riportata in TAVOLA 3.

Sarà però cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della Vs, ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, confermare o attribuire il definitivo valore di Vs30 e conseguentemente la categoria di suolo.

Firenze, li 30/01/2014

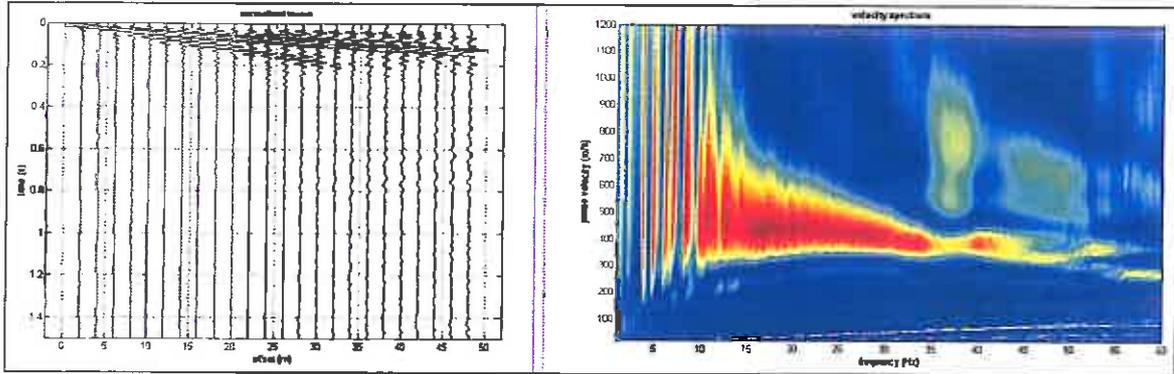
I Tecnici

Dott. Santi Accetta  
*Santi Accetta*

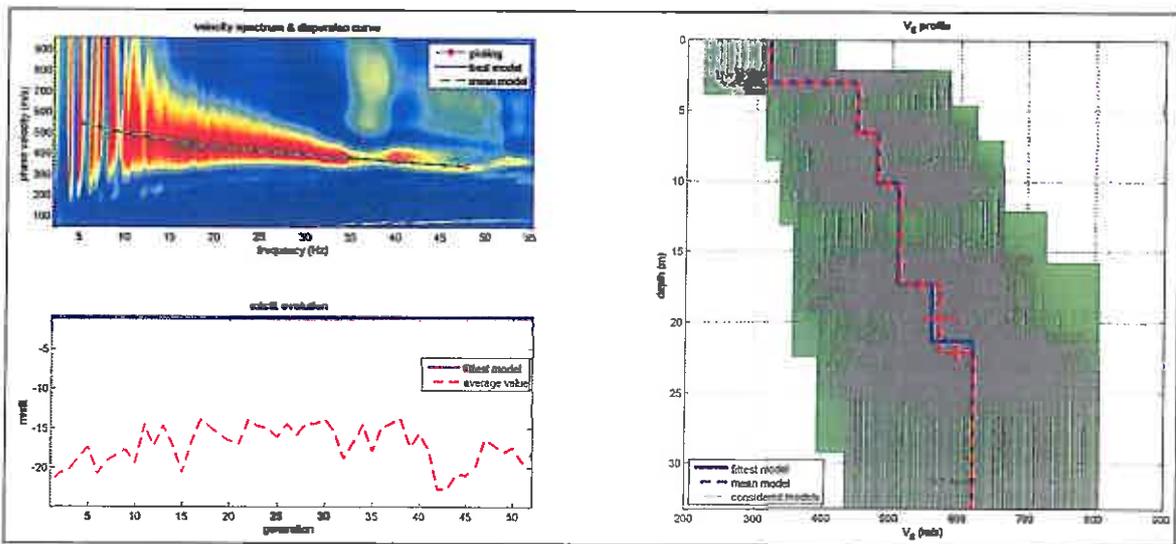
Dott. Silvio Brenna  
*Silvio Brenna*



TAVOLA 1



A sinistra: Dati acquisiti (Componente di Rayleigh); A destra: Spettro di velocità calcolato



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. A sinistra: spettro osservato, curve di dispersione (da picking) in magenta e curve del modello individuato dall'inversione in blu. Sulla destra il profilo verticale  $V_s$  identificato. L'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007

TAVOLA 2

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT, 30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu, 30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT, 30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu, 30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu, 30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II e 3.2.III - Categorie di sottosuolo

TAVOLA 3



**GEOGNOSTICA  
FIORENTINA SRL**

Geognostica Fiorentina srl  
Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)  
C.F./P.IVA • 05256260489  
Tel. e Fax • 055 720105  
E-mail • Info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI REGGELLO  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante  
metodologia MASW  
per Calcolo Vs30 - D.M. 14/01/2008

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via Enrico De Nicola, 41  
Loc. Cascia - Reggello (FI)



Committente:

GONNELLI 1585 SRL

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante metodologia MASW in data 16 Gennaio 2014, come concordato con la committenza e con il Dott. Geol. Giuliano Innocenti, in via Enrico De Nicola, 41 – Loc. Cascia nel Comune di Reggello (FI) (TAVOLA 1).

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva, al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

## MASW: metodologia d'indagine

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30m).

In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche.

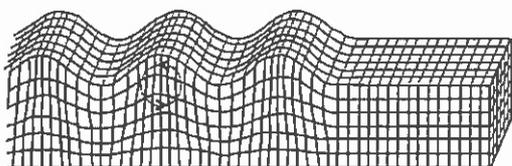
Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino a profondità di circa 30m a seconda

della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra la velocità di propagazione dell'onda e la più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh può essere fatta mediante geofoni verticali (come nel nostro caso), oppure mediante geofoni orizzontali con asse posto parallelo (radiale) allo stendimento (in entrambi i casi si utilizza una sorgente verticale - piastra-martello).

**Rayleigh Wave**

Componente verticale del moto – geofono verticale



Componente orizzontale del moto – geofono orizzontale



## Schema operativo

In TAVOLA 1, è riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita.

Dopo una prima analisi dell'area ed in considerazione degli spazi a disposizione è stato deciso di adottare la seguente configurazione:

- o n° geofoni: 24
- o distanza intergeofonica di 2.0 m per complessivi 46 ml di rilievo (G1-G24)
- o n° 2 offset (distanza tra i punti di energizzazione e il primo o l'ultimo geofono) a 4 m dal primo geofono e a 2 m dall'ultimo.

Per quanto riguarda l'acquisizione sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- o tempo di acquisizione: 1.5 s

- o frequenza di campionamento 2000 Hz
- o periodo di campionamento 500  $\mu$ s.

### Strumentazione impiegata

Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA electronic instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile (oscillazione verticale), con frequenza caratteristica di 4.5 Hz. Come sorgente di energia sismica per le onde di Rayleigh si è fatto uso di una mazza con maglio da 10 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea con lo stendimento. L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra o la trave (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

### Analisi e risultati dell'indagine

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità; 2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori; 3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa *picking* della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato *modo*; 4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità  $V_s$ .

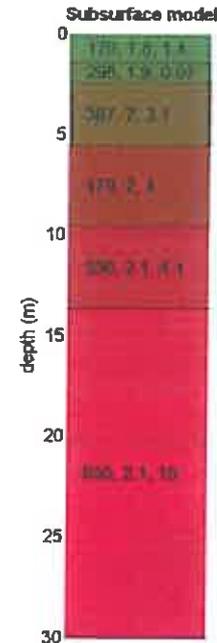
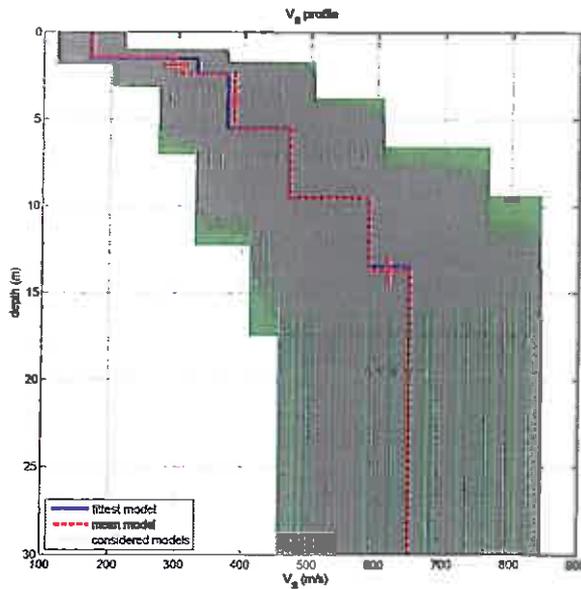
I risultati dell'elaborazione sono riportati in TAVOLA 2.

Nella Tabella e nelle Figure sottostanti vengono riportati: l'andamento del profilo di velocità; gli spessori; le relative velocità  $V_s$  (dalle onde di Rayleigh) e la densità stimati, ricordando che, come in tutti i metodi geofisici, può essere ottenuta solo una stima del modello sismostratigrafico a causa del problema della non univocità.

Spessore (m)	Vs (m/s)
1.4	170
1.0	298
3.1	387
4.0	470
4.1	590
semi-spazio	650

**Modello medio individuato  
(Vs30 del modello medio dal p.c.: 497 m/s)**

**Profilo verticale della Vs**  
Nella colonna: Vs (m/s),  
densità (gr/cm<sup>3</sup>) e spessore (m).



L'analisi della dispersione delle onde superficiali nelle componenti di Rayleigh ha consentito di stimare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro Vs30 che risulta essere pari a 497 m/s, considerando come riferimento il piano campagna.

In base al profilo sismostratigrafico ed al valore di Vs30 ottenuto, il sito potrebbe risultare compatibile con la *categoria di sottosuolo B*, secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II, riportata in TAVOLA 3.

Sarà però cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della Vs, ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, confermare o attribuire il definitivo valore di Vs30 e conseguentemente la categoria di suolo.

Firenze, li 31/01/2014

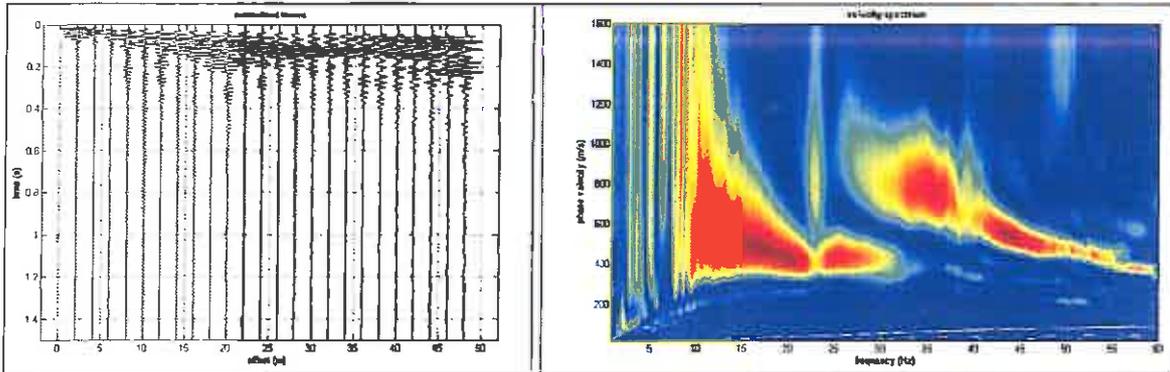
I Tecnici

Dott. Santi Accetta  
*Santi Accetta*

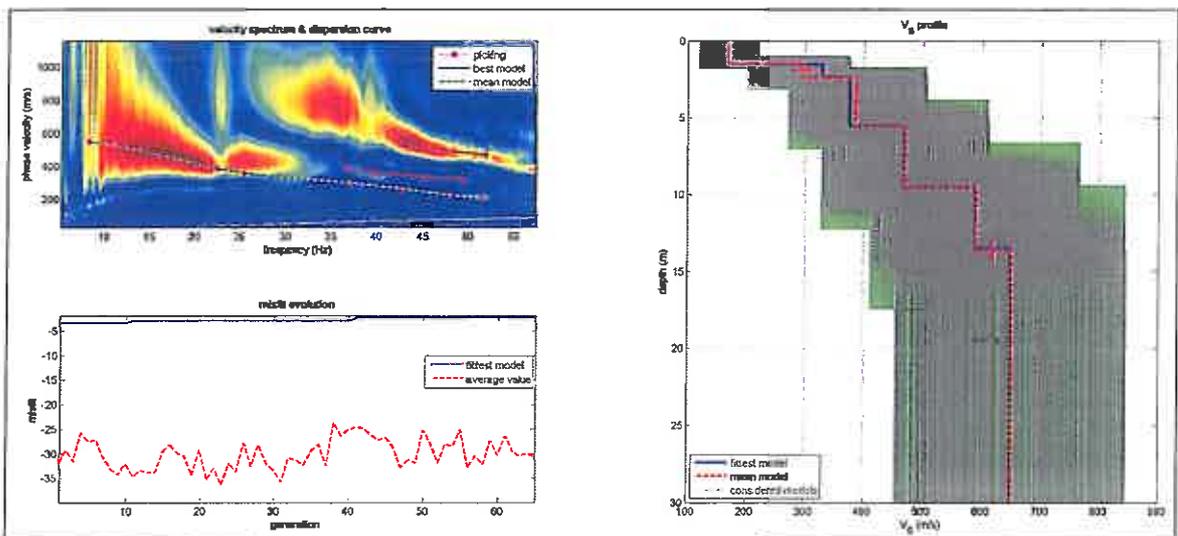
Dott. Silvio Brenna  
*Silvio Brenna*



TAVOLA 1



A sinistra: Dati acquisiti (Componente di Rayleigh); A destra: Spettro di velocità calcolato



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. A sinistra: spettro osservato, curve di dispersione (da picking) in magenta e curve del modello individuato dall'inversione in blu. Sulla destra il profilo verticale  $V_s$  identificato. L'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici - Dal Moro et al., 2007

TAVOLA 2

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, $30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu, 30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT, 30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu, 30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT, $30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu, 30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu, 30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II e 3.2.III - Categorie di sottosuolo

TAVOLA 3



**GEOGNOSTICA  
FIORENTINA SRL**

Geognostica Fiorentina srl  
Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)  
C.F./P.IVA • 05256260489  
Tel. e Fax • 055 720195  
E-mail • info@geognosticafiorentina.com

COMUNE DI REGGELLO  
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante  
sismica passiva HVSR  
per Calcolo Vs30 - D.M. 14/01/2008

RELAZIONE TECNICA



Località:

Via Enrico De Nicola, 41  
Loc. Cascia - Reggello (FI)



Committente:

GONNELLI 1585 SRL

## Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine di sismica passiva mediante rilievi di microtremori (vibrazioni ambientali) con stazione singola HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio) eseguita in data in data 16 Gennaio 2014, come concordato con la committenza e con il Dott. Geol. Giuliano Innocenti, in via Enrico De Nicola, 41 - Loc. Cascia nel Comune di Reggello (FI) (TAVOLA I).

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

## HVSR: metodologia d'indagine

Il metodo HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio), è una tecnica di sismica "passiva" che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito "rumore sismico", "vibrazione ambientale" o "microtremore", costituito da piccole vibrazioni del terreno dell'ordine di  $10^{-4}$ - $10^{-2}$  cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell'anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho_r V_r \rho_s V_s$$

Dove  $\rho_r$  è la densità del substrato e  $\rho_s$  del terreno soprastante;  $V_r$  la velocità delle onde di taglio del substrato e  $V_s$  del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d'impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove:  $V_s$  è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di  $V_s$  che dà origine ad un picco dell'H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

## Schema operativo

In TAVOLA 1, è riportato un inquadramento dell'area con inseriti i punti delle stazioni HVSR.

HVSR (1, 2, 3):

Acquisizione:

- registrazione: 15 minuti
- frequenza di campionamento: 300 Hz (ricampionato a 128 Hz)

Elaborazione:

- finestra: 40 secondi
- tapering: 10%
- lisciamento: finestra triangolare (20%)

Le acquisizioni HVSR sono state effettuate tramite sismografo triassiale SR04C3 (della SARA electronic instruments)

## Analisi e risultati dell'indagine

Per quanto riguarda l'analisi dei dati HVSR, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 40 secondi, in parziale sovrapposizione (TAVOLE 2, 3, 4). Vengono riportati inoltre la stazionarietà temporale e la direzionalità del segnale. I risultati di tali operazioni mostrano per tutte e tre le misure un picco di frequenza, che si può attribuire a motivi litologici, a circa 0.9 Hz, con un rapporto HVSR da circa 2.2 a 4.2. Sulla base della seguente tabella, il contrasto di impedenza sismica può essere ipotizzato a profondità superiori ai 100 m.

$f_0$ (Hz)	h (m)
< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

*Da Albarello et alii, 2010*

Firenze, li 13/02/2014

I Tecnici

Dott. Santi Accetta  

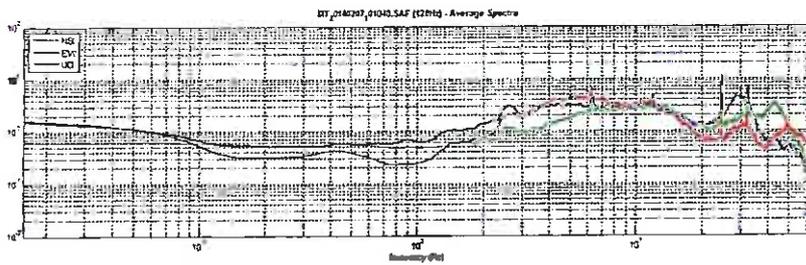

Dott. Silvio Brenna  



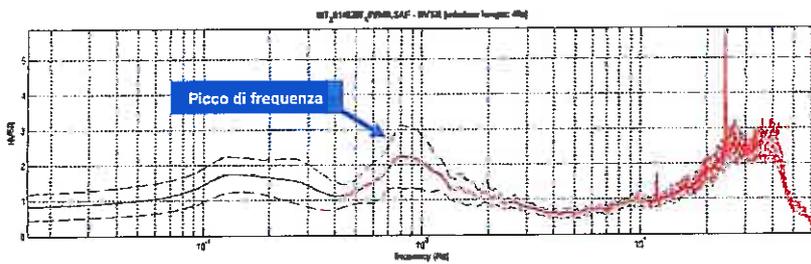

**HVSR: Ubicazione punti di misura**

TAVOLA 1

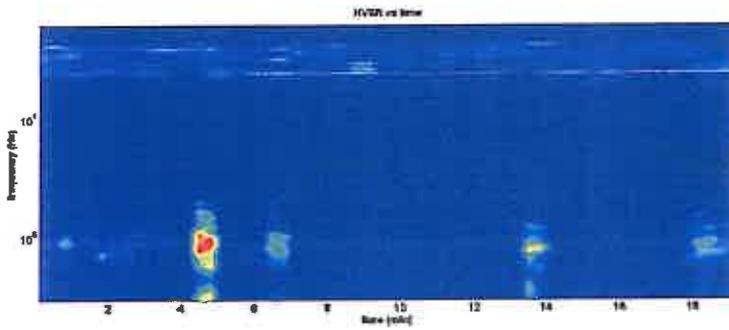
**HVSR 1**



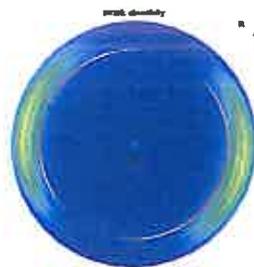
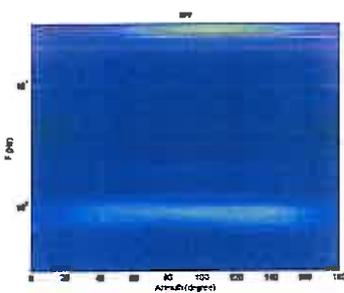
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V



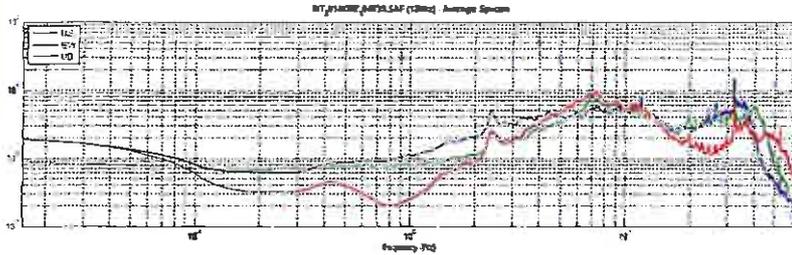
Stazionarietà temporale



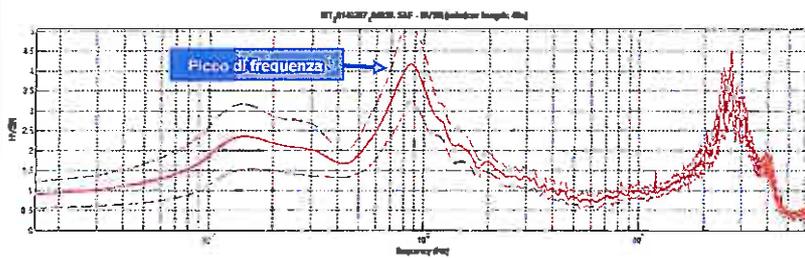
Direzionalità del segnale

**TAVOLA 2**

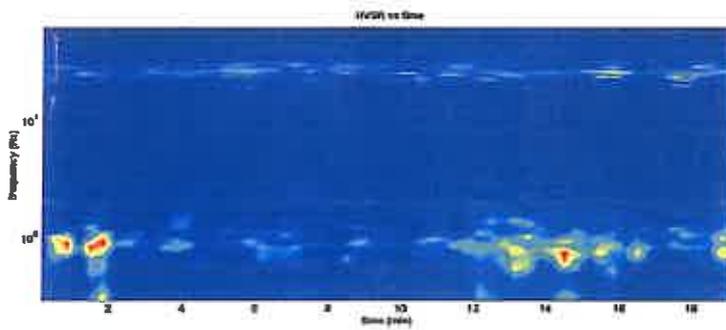
HVSR 2



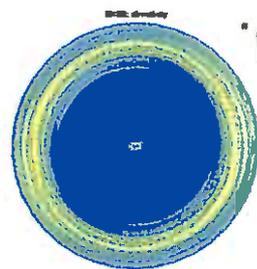
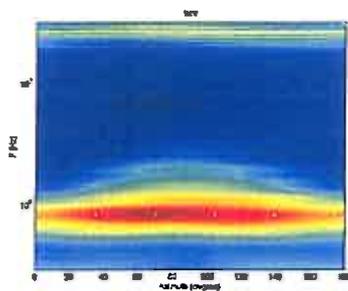
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V



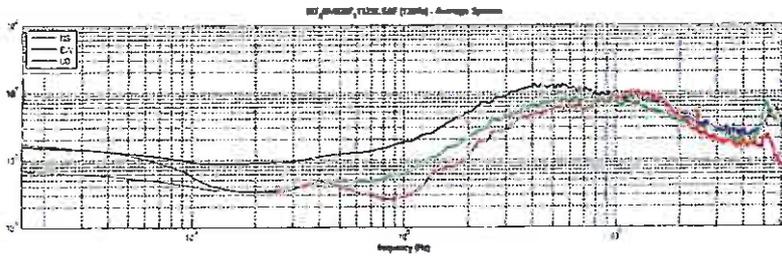
Stazionarietà temporale



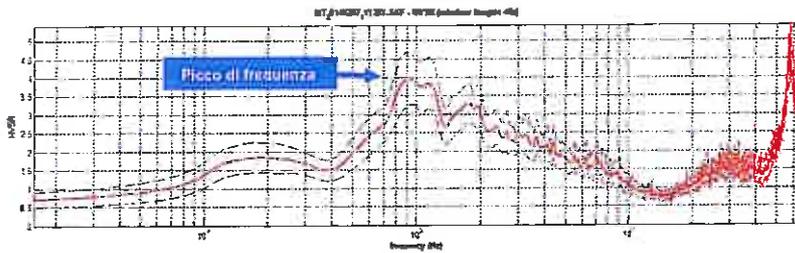
Direzionalità del segnale

TAVOLA 3

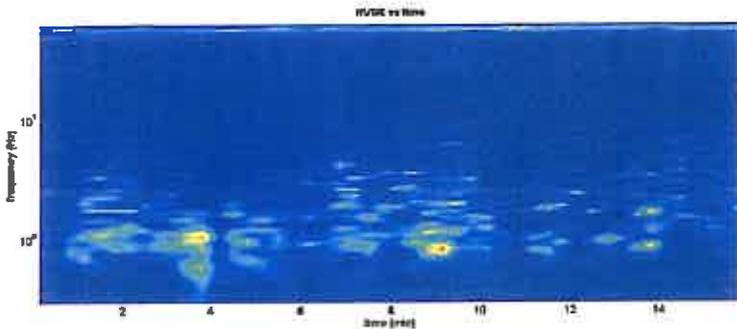
**HVSR 3**



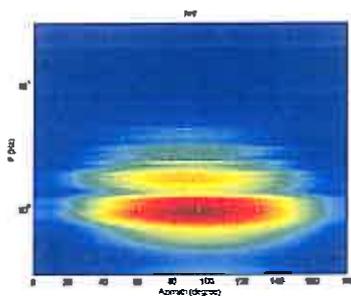
Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)



Rapporto spettrale H/V



Stazionarietà temporale



Direzionalità del segnale

TAVOLA 4