

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(artt. 31 e 35, L.R. n. 20/2000 – art. 23 NTO POC)

PUA
Piano
Urbanistico
Attuativo

LA QUERCIA 

Ambito ANIR02

Comparto 2.1

Primo Stralcio attuativo

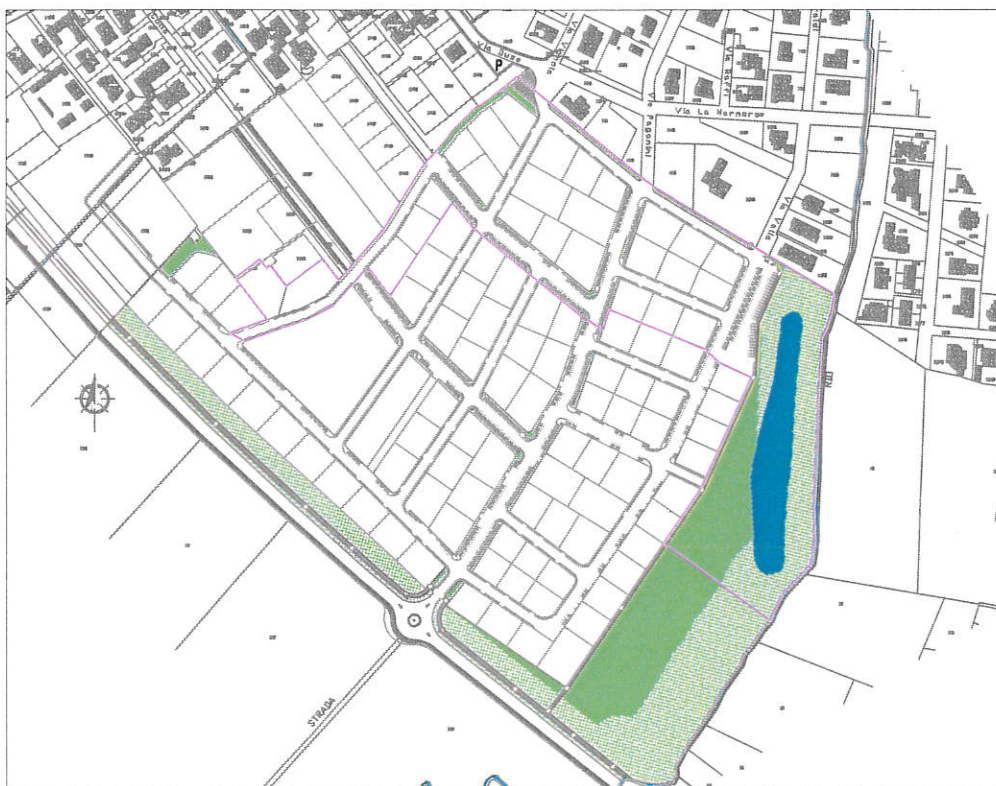
Relazione Geologica/Geotecnica

| | | | | | |
|--|---|--|---|---------------------------------|-------------|
| | | PUA Piano Urbanistico Attuativo | | La Quercia | |
| Ambito per Nuovi Insediamenti residenziali | | ANIR 02 | Comparto | 2.1 | Stralcio 1° |
| RELAZIONE GEOLOGICA/GEOTECNICA | | | | | |
| Soggetto Attuatore | Maini Annarita | Energy Trading & Services S.r.l. | Bricchi Agostino | Tavola/ Elaborato n° | |
| | Merli Massimo | La Pellegrina S.r.l. | Maini Claudia | | |
| Progettisti | Geom. Angelo Vignola Collegio Geometri nella Provincia di Piacenza N° 1034 ANGELO VIGNOLA | | Ing. Graziano Negri ALBO degli INGEGNERI Prov. PIACENZA N° 1305 | | 29 |
| | SCALA | DATA REDAZIONE DATA AGGIORNAMENTO | | PROV. PIACENZA | |

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

PUA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
AMBITO ANIR 02 COMPARTO 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA



Committenti :
ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO - MAINI CLAUDIA - MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Data :
dicembre 2015

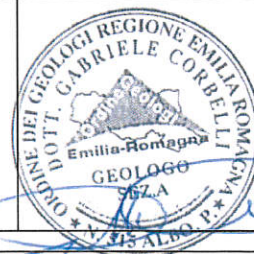
Aggiornamento :

A cura di :



Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
E-mail: geo.corbelli@tiscali.it



INDICE

| | |
|---|----|
| 1 - PREMESSA..... | 1 |
| 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-LITOLOGICO | 2 |
| 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE..... | 3 |
| 4 - INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO..... | 6 |
| 5 - ASPETTI IDROGEOLOGICI..... | 18 |
| 6 - ASPETTI IDRAULICI | 18 |
| 7 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO | 22 |
| 8 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL SUOLO (VS30) | 23 |
| 9 - CLASSIFICAZIONE SISMICA | 25 |
| 10 - PERICOLOSITA' SISMICA..... | 27 |
| 11 - EFFETTI DI SITO ATTESI..... | 28 |
| 12 - VALUTAZIONE CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE | 30 |
| 13 - VALUTAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO | 31 |

ALLEGATI

Tavola 1 – Carta Geologica-geomorfologica, scala 1:5.000

Tavola 2 – Carta Litologica, scala 1:5.000

Tavola 3 – Carta Idrogeologica, scala 1:5.000

Tavola 4 – Carta degli aspetti idraulici, scala 1:5.000

Tavola 5 – Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali, scala 1:5.000

Tavola 6 – Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche, scala 1:3.000

Tavola 7 – Sezioni litostratigrafiche, scala 1:5.000

Tavola 8 – Carta di microzonazione sismica, scala 1:2.500

Tavola 9 – Carta di fattibilità geologica, scala 1:2.500

Allegato 1 – Documentazione indagini geognostiche

Allegato 2 - Documentazione indagini geofisiche

Allegato 3 – Valutazione carico limite

1 - PREMESSA

Nella presente relazione vengono riferiti i risultati delle indagini geologiche, con approfondimento delle condizioni di pericolosità sismica, ai sensi della Delib. G.R. 1677 del 24/10/2005, e della Delibera dell'Assemblea legislativa regionale progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", a supporto del Piano Urbanistico Attuativo del Comparto 2.1 dell'Ambito ANIR02 del Comune di Castel San Giovanni, a destinazione residenziale.

L'approfondimento degli aspetti sismici è stato condotto sulla base delle indicazioni contenute nella Delibera regionale del 2 maggio 2007, per cui tenendo conto della classificazione sismica del territorio comunale di Castel San Giovanni (zona 4), della destinazione dell'area di variante e del contesto geologico-geomorfologico in cui risulta inserita, è stato limitato al secondo livello di approfondimento.

Lo studio è stato pertanto rivolto alla definizione degli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

In considerazione della situazione di bassa pianura in cui l'area risulta inserita l'approfondimento degli aspetti sismici è stato rivolto a :

- a) *definizione della geologia del substrato, anche in relazione ai più recenti studi prodotti dal Servizio Geologico Regionale, in particolare alla Carta Sismotettonica;*
- b) *definizione della geometria delle diverse lito-facies, e i reciproci rapporti di giacitura esistenti tra queste;*
- c) *individuazione, almeno di larga massima, di aree in cui siano presenti terreni con caratteristiche portanti scadenti (torbe, limi, sabbie non compatte sature d'acqua, ecc.);*
- d) *verifica della possibilità della zona di essere inondata;*
- e) *valutazione della idoneità dei terreni ad essere edificati in relazione alle caratteristiche del substrato di fondazione ed al tipo di intervento previsto*
- f) *individuazione della profondità dei terreni saturi.*
- g) *prima caratterizzazione "sismica" dei terreni di fondazione in funzione della determinazione della velocità delle onde di taglio media nei primi 30 metri di sottosuolo (Vs30).*

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del primo sottosuolo interessato dalle future costruzioni sono state eseguite n°5 prove penetrometriche dinamiche e statiche spinte alla profondità di circa 8 m. dal p.c.

Per la determinazione della categoria di sottosuolo prevista dal DM 14/1/08 in funzione della velocità sismica di taglio Vs30, è stata impiegata la prospezione geofisica ReMi eseguita in fase di POC.

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-LITOLOGICO

L'area indagata si colloca alla meridionale del centro abitato di Castel San Giovanni, nella fascia compresa tra il Rio Lora, ad est, ed il quartiere residenziale ad est di Via Malvicino in fase di urbanizzazione.



Figura 1 – Vista satellitare ambito ANIR2 – Comparto 2.1

Dal punto di vista geologico, essa si sviluppa su di un ripiano di origine fluviale dell'alta media pianura, costituito dai depositi alluvionali di interconoide riferibili all'Unità di Niviano, che passano nel settore orientale dell'ambito a depositi intravallivi terrazzati riferibili al Subsistema di Ravenna della Carta Geologica redatta dal Servizio Geologico Regionale.

La costituzione litologica è rappresentata da ghiaie e ghiaie sabbiose di colore grigio-nocciola, giallo-rossastro all'alterazione (depositi di conoide alluvionale) e da depositi fini dati da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocracei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie.

In riferimento alle elaborazioni eseguite sulla base delle indagini geognostiche disponibili, il tetto dei depositi ghiaiosi si riscontra in zona a profondità di circa 1-5 m. dal p.c.

La morfologia dell'area indagata, posta ad una quota compresa tra 82 e 76,5 m. s.l.m., risulta caratterizzata dall'incisione valliva percorsa dal Rio Lora, che costituisce il limite orientale dell'area, ribassata di 2-3 m. rispetto al settore centro-occidentale dell'ambito in esame, a cui si raccorda attraverso una superficie debolmente inclinata.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il settore territoriale in esame ricade nella media pianura padana a sud del Fiume Po, estendentesi dal margine meridionale del pedeappennino fino alla bassa pianura ascrivibile alla sedimentazione padana.

Recenti studi effettuati per la ricostruzione degli acquiferi nella Pianura Emiliano Romagnola (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia- Romagna. A cura di G. Di Dio) hanno permesso di individuare i corpi sedimentari sepolti e di approfondire la comprensione dell'evoluzione globale del bacino padano. In profondità sono presenti depositi legati a cicli trasgressivo regressivi Plio-Pleistocenici, in alcuni casi affioranti come per esempio nell'alveo del torrente Stirone, o sulle conoidi appenniniche. I cicli sono legati all'approfondimento e successiva continentalizzazione del bacino marino che ha interessato in più riprese l'area attualmente occupata dalla valle Padana.

A scala padana la successione plio-quadernaria ha carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

Nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono state riconosciute 3 grandi discontinuità deposizionali corrispondenti ad altrettanti eventi tettonici, determinanti la chiusura del bacino padano e l'accavallamento delle falde appenniniche.

In Figura 2, ove è rappresentato un profilo sismico interpretato del tratto di pianura in esame (tratto da Regione Emilia-Romagna, Eni-AGIP 1998. Riserve idriche della Regione Emilia Romagna – a cura di G. Di Dio), è possibile riconoscere un'anticlinale sepolta nel tratto di pianura ad est di Fiorenzuola. Queste falde sepolte si accavallano con vergenza nord-est ed anche attualmente possono essere riattivate dai continui movimenti tra le placche.

Dal punto di vista gerarchico si distinguono 3 Sequenze Principali che vengono denominate:

- Supersintema Emiliano-Romagnolo.
- Supersintema dei Quaternario Marino
- Supersintema dei Pliocene medio-superiore;

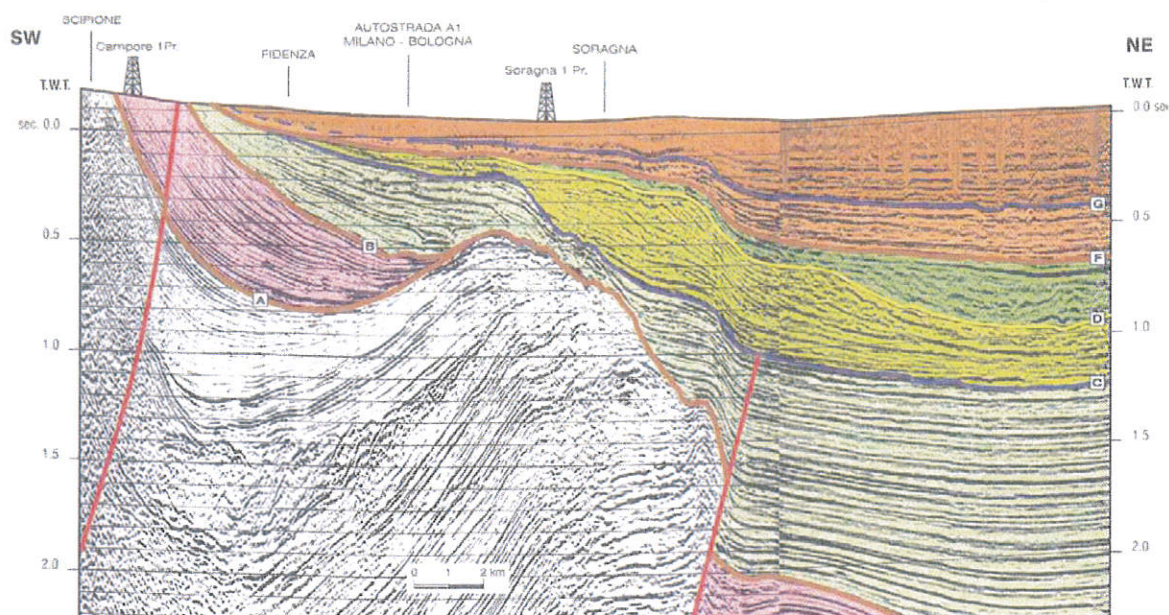


Figura 2 - Profilo sismico interpretato del tratto di pianura indagata. (da Regione Emilia-Romagna, Eni-AGIP 1998. Riserve idriche della Regione Emilia Romagna – a cura di G. Di Dio)

Nonostante la Pianura Padana non presenti in superficie nessun elemento per definire l'assetto strutturale, il sottosuolo è caratterizzato da una serie di superfici di distacco che lo dividono in diversi corpi cuneiformi secondo un modello di embrici est vergenti.

Sotto l'aspetto strutturale infatti la pianura emiliana è compresa nell'arco delle pieghe emiliane, caratterizzate da due distinti fasce di thrust a vergenza appenninica: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F.), definisce il limite dell'Appennino sepolto.

Pertanto il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Fiume Po sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta come si evidenzia nello schema strutturale di Fig. 3

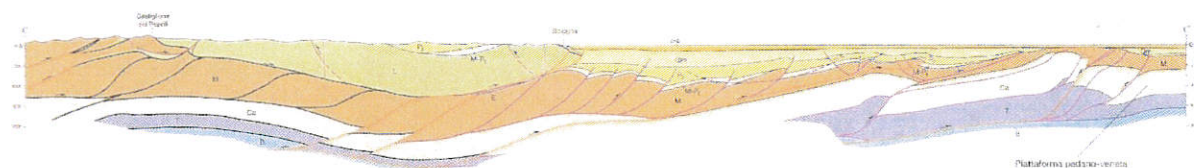


Figura 3 - Sezione dello schema tettonico dei thrust appenninici.

Per quanto riguarda i fronti esterni dell'Appennino settentrionale a sud del Fiume Po, essi formano tre archi principali, che da ovest a est sono : a) l'arco del Monferrato; b) l'Arco delle Pieghe Emiliane; c) l'Arco delle Pieghe Ferraresi e Romagnole. L'attività quaternaria di queste strutture, oltre che dalla sismicità, è testimoniata dalle caratteristiche del campo di stress locali, dall'influenza esercitata sul drenaggio e dalle deformazioni di orizzonti geologici recenti.

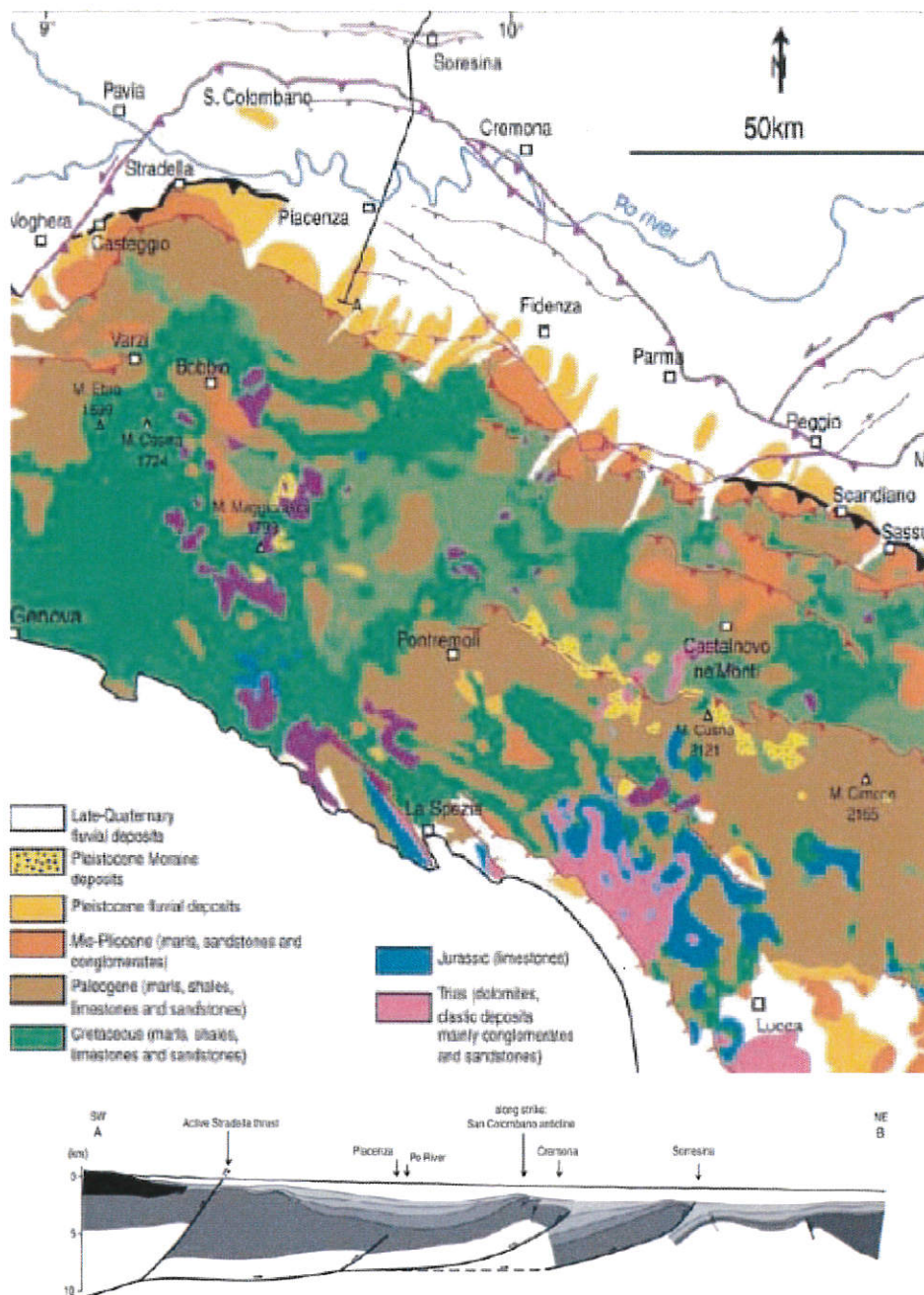


Figura 4 - Estratto della Mappa geologica dell'Appennino Settentrionale (Servizio Geologico d'Italia, 1983) e sezioni geologiche interpretate dalle sezioni sismiche (da Pieri e Groppi, 1981)

4 - INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

La sintesi delle attuali conoscenze in termini di dati sismologici e degli elementi strutturali attivi è stata sintetizzata nella Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, recentemente pubblicata (2004) a cura del Servizio Sismico e dei Suoli regionale, di cui si riporta uno stralcio nella Figura 4.

In questo lavoro sono state identificate, sulla base di evidenze geologiche e morfologiche, le principali strutture attive che interessano l'Emilia-Romagna, la cui sintesi è riportata in figura 7.

L'Appennino è una catena a thrusts che si è strutturata principalmente in età neogenica ma che mostra morfologie estremamente giovani, evidenze di sollevamenti recenti e una costante sismicità, che testimoniano come il processo di costruzione della catena sia ancora attivo.

Le maggiori evidenze di strutture attive, sia da profili sismici che da osservazioni di campagna, sono state rilevate nel settore del margine appenninico compreso tra Salsomaggiore e la valle dell'Idice, sul fronte sepolto delle pieghe emiliane tra Piacenza e Reggio Emilia e al tetto della dorsale ferrarese tra Reggio Emilia e le Valli di Comacchio.

Negli affioramenti lungo il margine piacentino, non sono presenti chiare evidenze di deformazioni recenti; i depositi della successione del margine si presentano pressoché indeformati e si immergono blandamente sotto i depositi alluvionali padani.

Anche dai profili sismici risulta che l'unica struttura importante che mostra attività tardo-quadernaria è il fronte sepolto dell'alto di Chero-Carpaneto che rappresenta la prosecuzione verso SE del thrust di Stradella.

Le principali strutture attive riconosciute sono rappresentate anche nella figura 6 derivata da Benedetti et al. (2003).

- Zonazione sismogenetica

In questa sede è stata esaminata una nuova zonazione sismogenetica denominata ZS9, contenuta nel Rapporto Conclusivo della "Mappa di pericolosità sismica" redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nell'aprile 2004, che partendo dalla revisione della precedente zonazione ZS4, è stata aggiornata sulla base delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni del potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

Per quanto riguarda il settore nord –occidentale dell'Appennino settentrionale, le cui zone sismotettoniche riconosciute sono rappresentate in Figura 5, si distingue la zona 911, comprendente il cosiddetto "arco di Pavia" e le strutture ad esso relative, che rappresenta il limite settentrionale dell'arco appenninico, costituendo un ruolo di svincolo tra il sistema

alpino e quello appenninico; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta essere trascorrente.

La zona 912, longitudinale rispetto all'asse della catena appenninica, rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale; il meccanismo di fagliazione prevalente risulta indeterminato.

Questa zonazione è stata elaborata riferendosi anche i più recenti background informativi sui terremoti ed in particolare le ultime banche dati relative alle sorgenti sismogeniche italiane DISS1 2.0 ed il già citato catalogo CPTI2.

La figura 7 evidenzia la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database più aggiornato e disponibile DISS 3.1. (Database of Individual Seismogenic Sources a cura dell'INGV), da cui si evidenzia che il territorio di Castel San Giovanni si colloca tra due "fasce" sismogenetiche:

- ITCS044 Portalbera-Cremona
- ITCS045 San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro

Gli autori individuano una struttura sismogenetica estesa da Portalbera (Pv), a Cremona, che interessa una fascia di oltre 50 km di lunghezza e circa 10 di larghezza, comprendente tutto il fronte avanzato delle strutture appenniniche sepolte che si manifestano in superficie con il colle di San Colombano e i piccoli rilievi di Casalpusterlengo. Questo fronte consiste in un sistema di faglie N-NE vergente posta all'estremità nord-ovest della catena Nord Appenninica,

A tale struttura, denominata ITSA044, è attribuita una velocità di scorrimento (slip rate) di 0,1 – 0,5 mm all'anno e la possibilità di generare terremoti di magnitudo **Mw 5,5**. Recentemente, come indicato in figura, è stata ipotizzata l'attività di una faglia (125 Fold San Colombano) circa coincidente con la dorsale del colle.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano nella regione una sismicità diffusa di grado intermedio ($4,5 < M_w < 5,0$), con l'eccezione del terremoto del Lodigiano del 28/7/1276 ($M_w 5.1$) e del 15/5/1951 ($M_w 5.2$).

Per quanto riguarda la struttura ITCS045, questa sorgente è posta a cavallo della regione ad ovest della valle del Taro, e si colloca al passaggio tra il fronte di pieghe pedeappennico (a SE) ed il fronte di pieghe esterne dell'Appennino settentrionale (a N e NW). Si tratta di sistema di faglie vergenti verso NE, in parte costituite da piccoli archi, nel settore pedecollinare della catena dell'Appennino Settentrionale.

I cataloghi storici e strumentali mostrano una mancanza di sismicità significativa in questa regione ad eccezione di alcuni terremoti di grado medio ($4.5 < M_w < 5.0$) nei settori orientali e

occidentali dell'area. La sismicità massima è stata assunta sulla base della sismicità regionale (Mw 5.5).

Occorre segnalare come sia in fase di approfondimento l'identificazione di una sorgente sismogenetica direttamente interferente con il tettonico comunale di Castel San Giovanni, indicata come ITDS001: Broni-Stradella da DISS 3.1.

In particolare si segnala lo studio condotto da Benedetti, L. C., P. Tapponnier, Y. Gaudemer, I. Manighetti, and J. Van der Woerd (2003) "Geomorphic evidence for an emergent active thrust along the edge of the Po Plain: The Broni-Stradella fault.", riguardante l'evidenza geomorfologica di un thrust attivo emergente evidenziatosi attraverso una scarpata di faglia che taglia EW i depositi superficiali quaternari da Casteggio a Sarmato.

Secondo questo studio la scarpata individuabile tra Sarmato e Montebello (PV), di cui la scarpata di Fontana Pradosa ne rappresenta un esempio, come il risultato dell'emergenza della faglia attiva immergente verso sud, il "thrust" di Stradella, che si estende verso est.

Occorre precisare come l'evidenza morfologica sostenuta dagli autori, si collochi in area interessata dalle divagazioni dell'alveo del Fiume Po durante il Pleistocene superiore, per cui potrebbe trattarsi di un caso di "convergenza morfologica" tra un elemento del paesaggio di origine tettonica e uno di natura puramente erosiva.

- **Sismicità storica**

L'Emilia-Romagna rappresenta un settore della catena appenninica esterna caratterizzato da una sismicità frequente che può essere definita media in relazione alla sismicità nazionale, con ipocentri dei terremoti localizzati non solo nella crosta superiore ma anche nel mantello. Al proposito nelle Figure 9 e 10 vengono rappresentate le sismicità strumentali per intervalli di profondità degli ipocentri della Regione Emilia Romagna; nel settore di pianura in esame gli epicentri dei terremoti principali, con magnitudo compresa tra 4,0-4,5, risultano relativamente superficiali, essendo localizzati entro la profondità di 15 km.

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IXX grado della scala MCS. Nel settore indagato i fenomeni sismici risultano di minore energia (Magnitudo < 5,5).

In riferimento agli eventi tellurici storici è stato esaminato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11), aggiornato recentemente con i dati disponibili fino all'anno 2006 a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Servizio Sismico Nazionale (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna*), esso rappresenta un aggiornamento del precedente Catalogo CPTI1, di cui viene rappresentato in Figura 11 un estratto. (con la rappresentazione per classe di magnitudo Mw).

Gli eventi tellurici più significativi per l'area risalgono al 1276 (magnitudo 5,11 – epicentro zona Santimento) al 1736 (magnitudo 5,31 – epicentro zona Piacenza) ; un'elaborazione dei dati relativi al comune di Piacenza, ricavato dal CPTI1, viene rappresentato in termini di intensità risentita MCS (scala Mercalli) nella Figura 12.

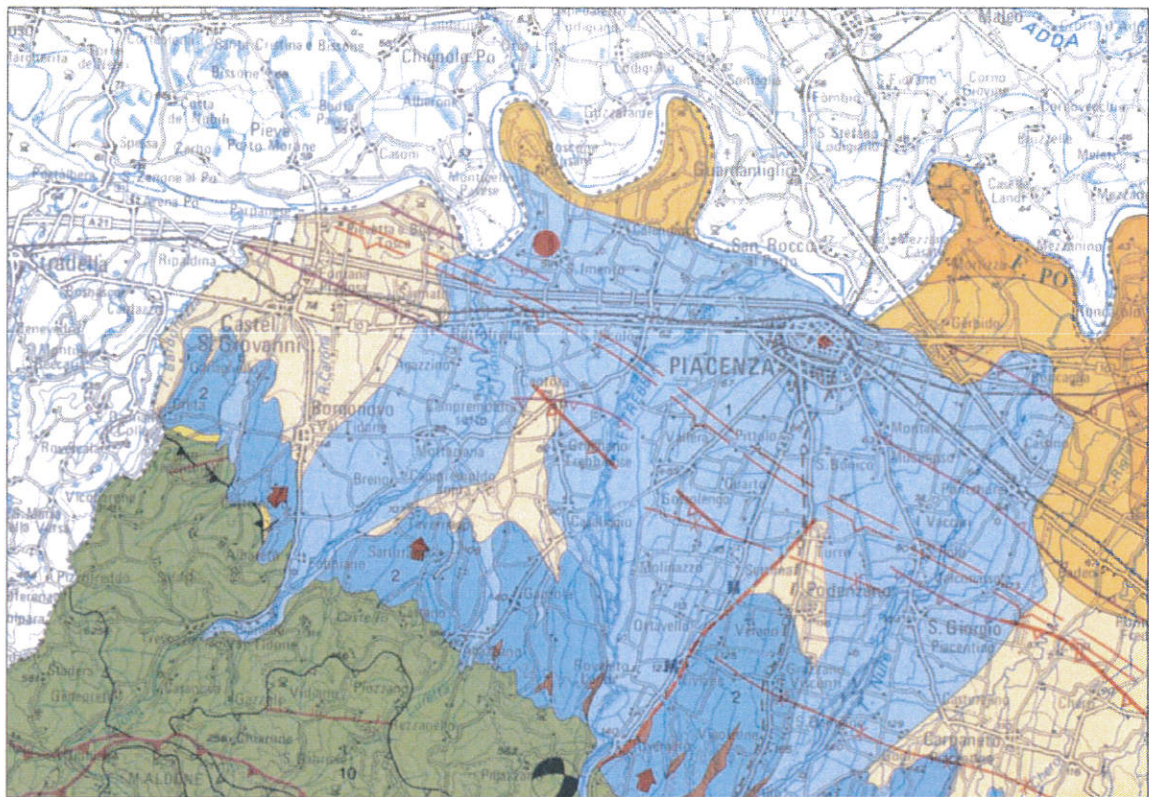


Figura 5 - Estratto Carta Sismotettonica della Regione E.R. – Servizio Geologico Regionale - 2004

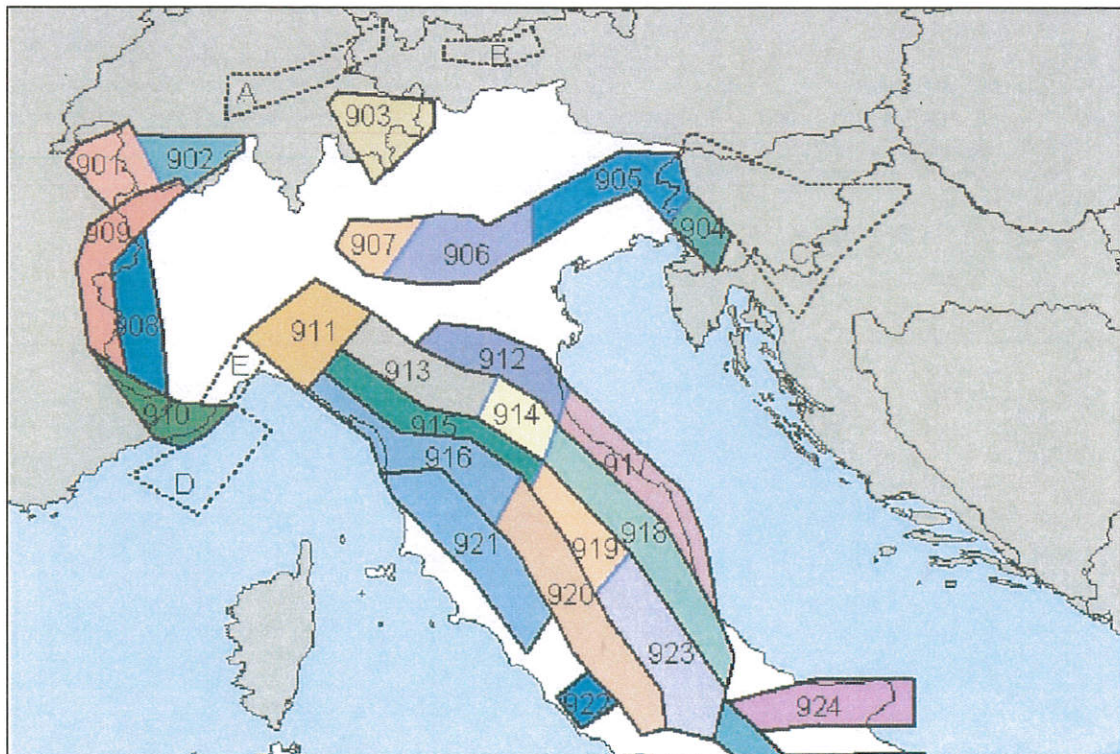


Figura 6 - Zonazione sismogenetica ZS9 – I.N.G.V. 2004

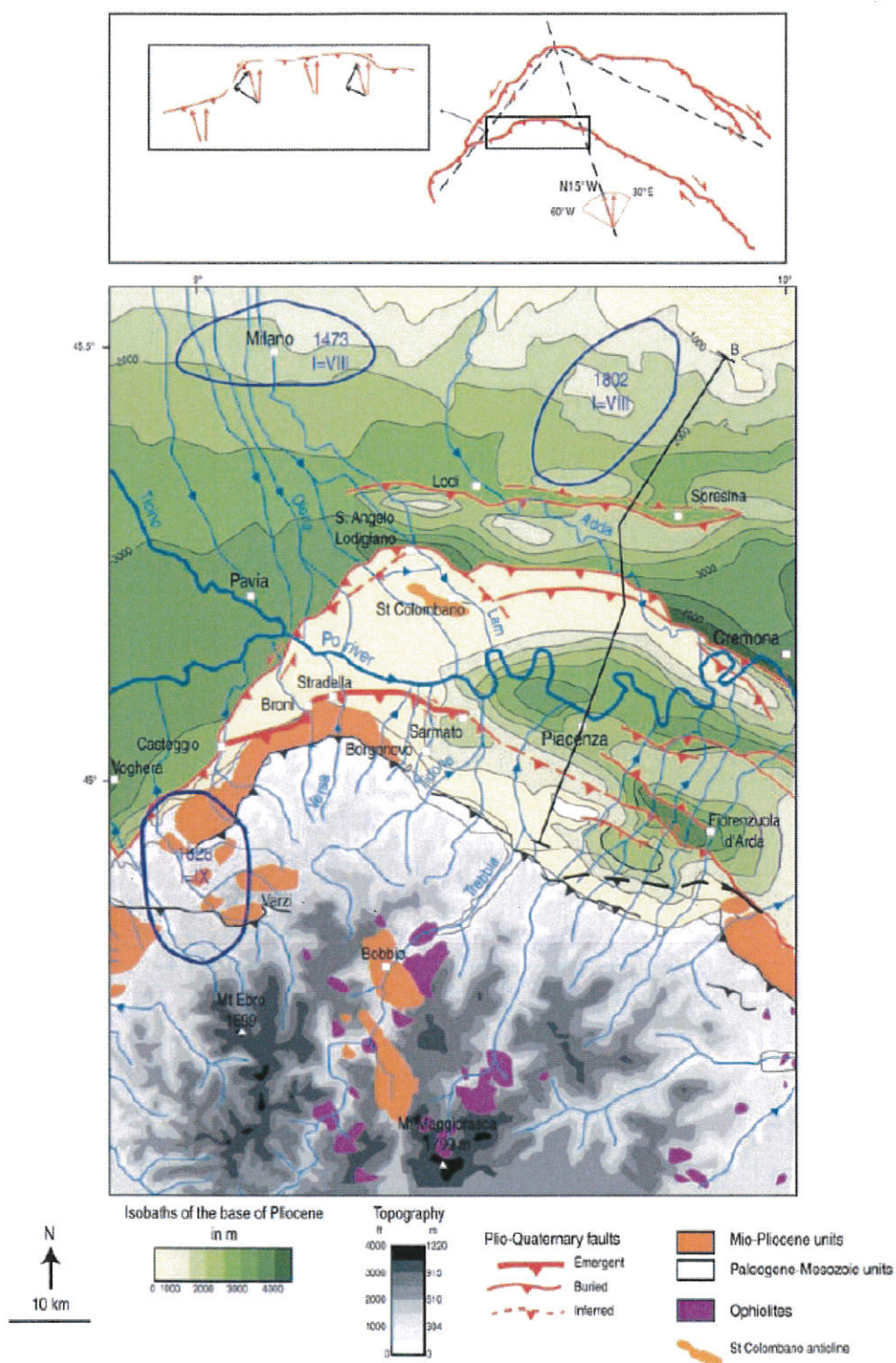


Figura 7 - Carta sismotettonica della regione di Pavia-Piacenza. da Benedetti L. et alii (2003)

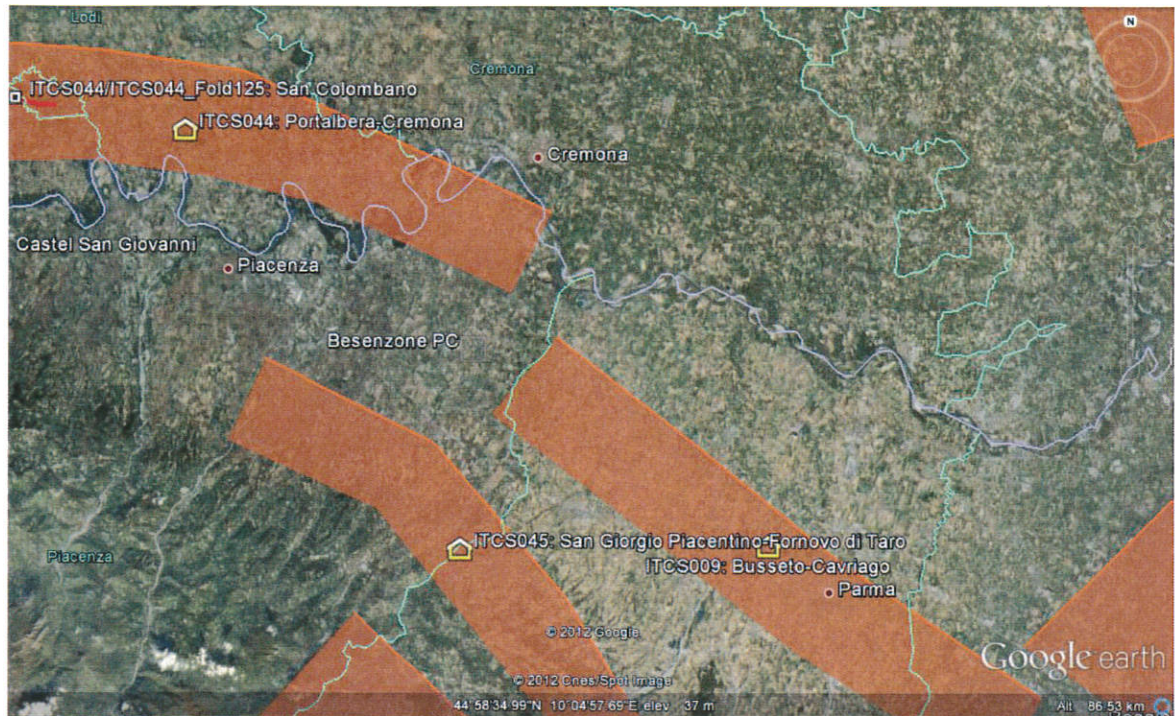


Figura 8 - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.1 (foto aerea: Google Earth). Le sigle ITCS corrispondono alle sorgenti sismogenetiche composite riconosciute DISS (versione aggiornata 3.), rappresentate in colore arancione.

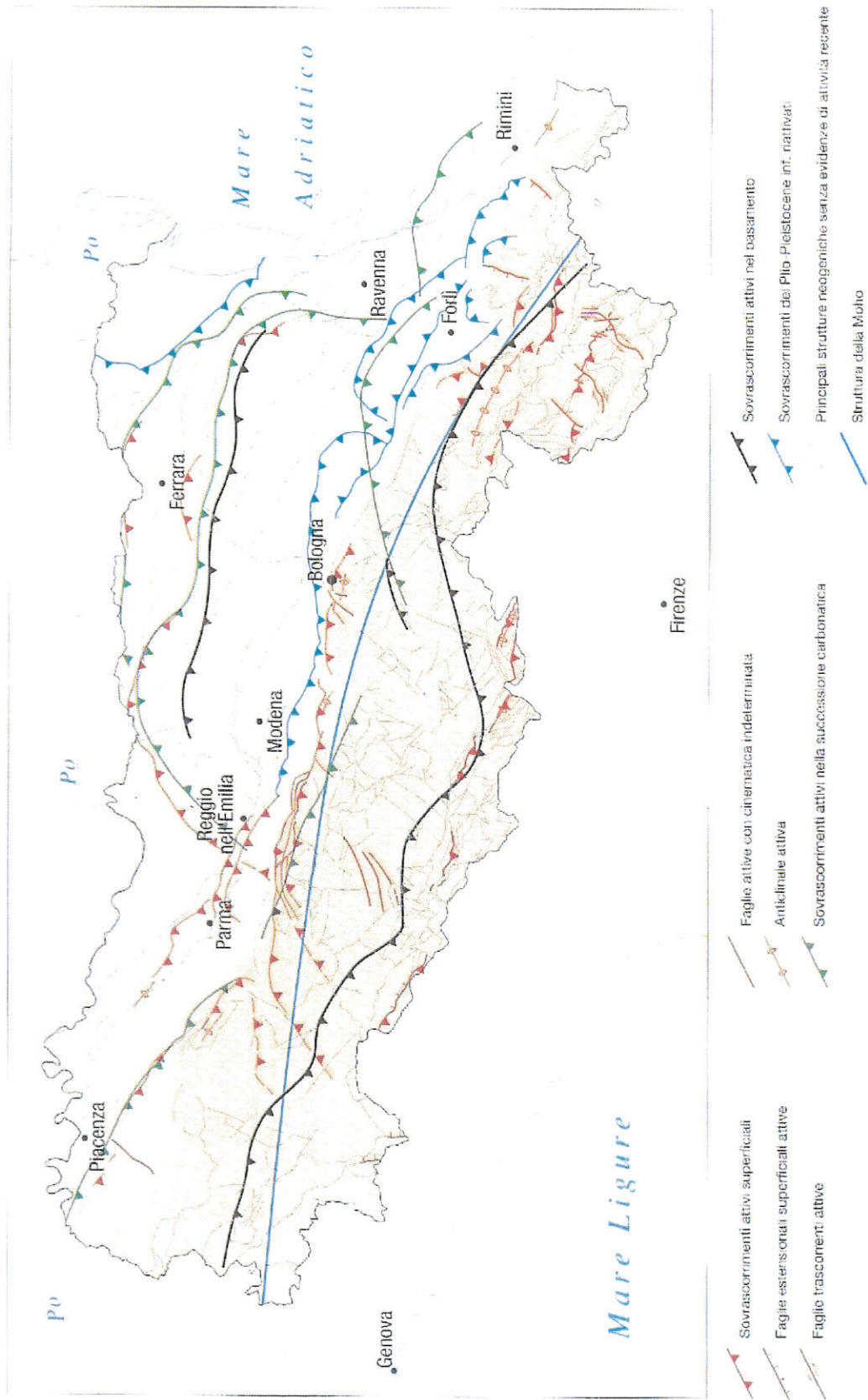


Figura 9 - Sintesi regionale delle principali strutture attive

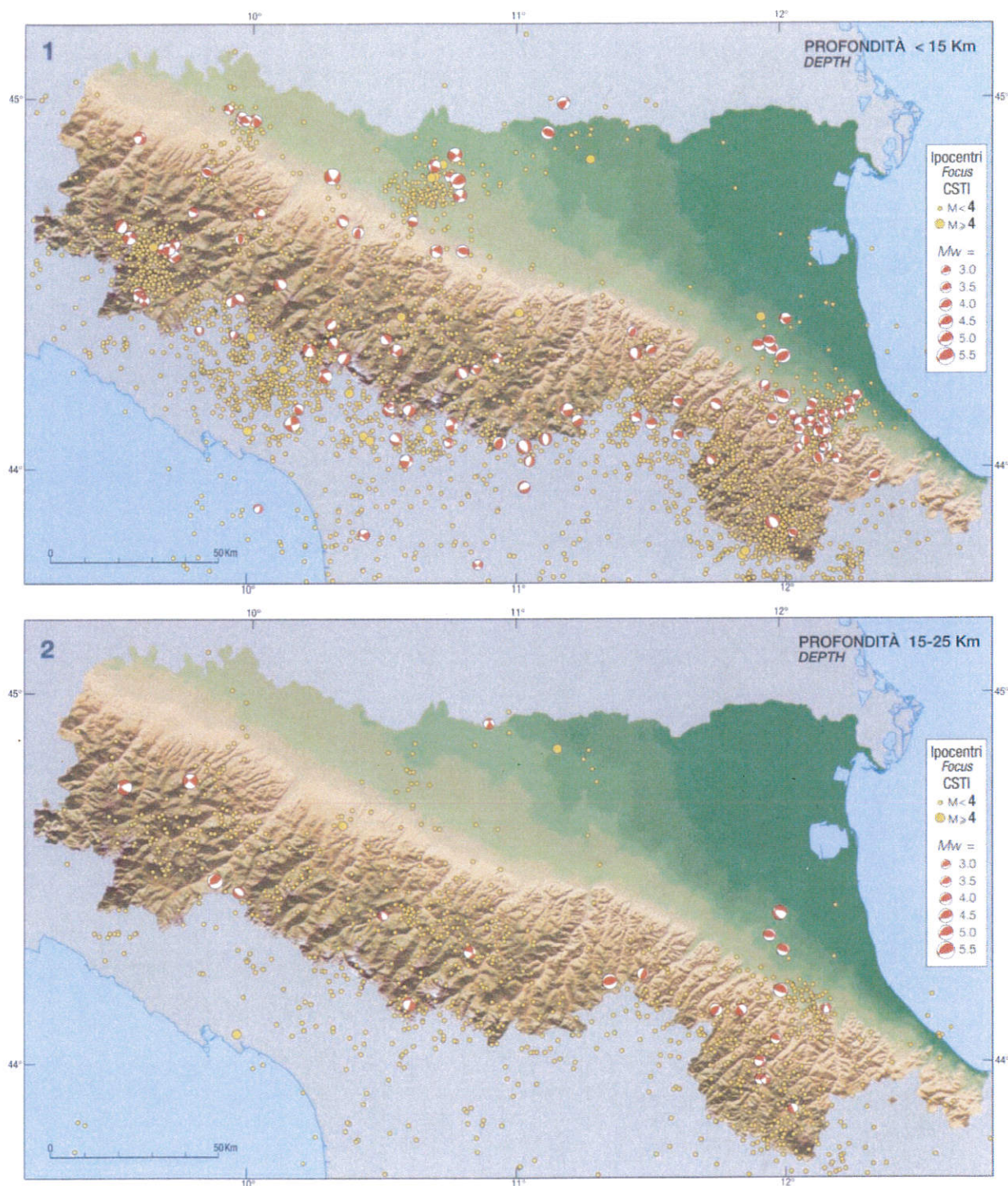


Figura 10 - Sismicità strumentale per intervalli di profondità degli ipocentri (< 15 km in alto; 15-25km in basso) – Fonte : Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli

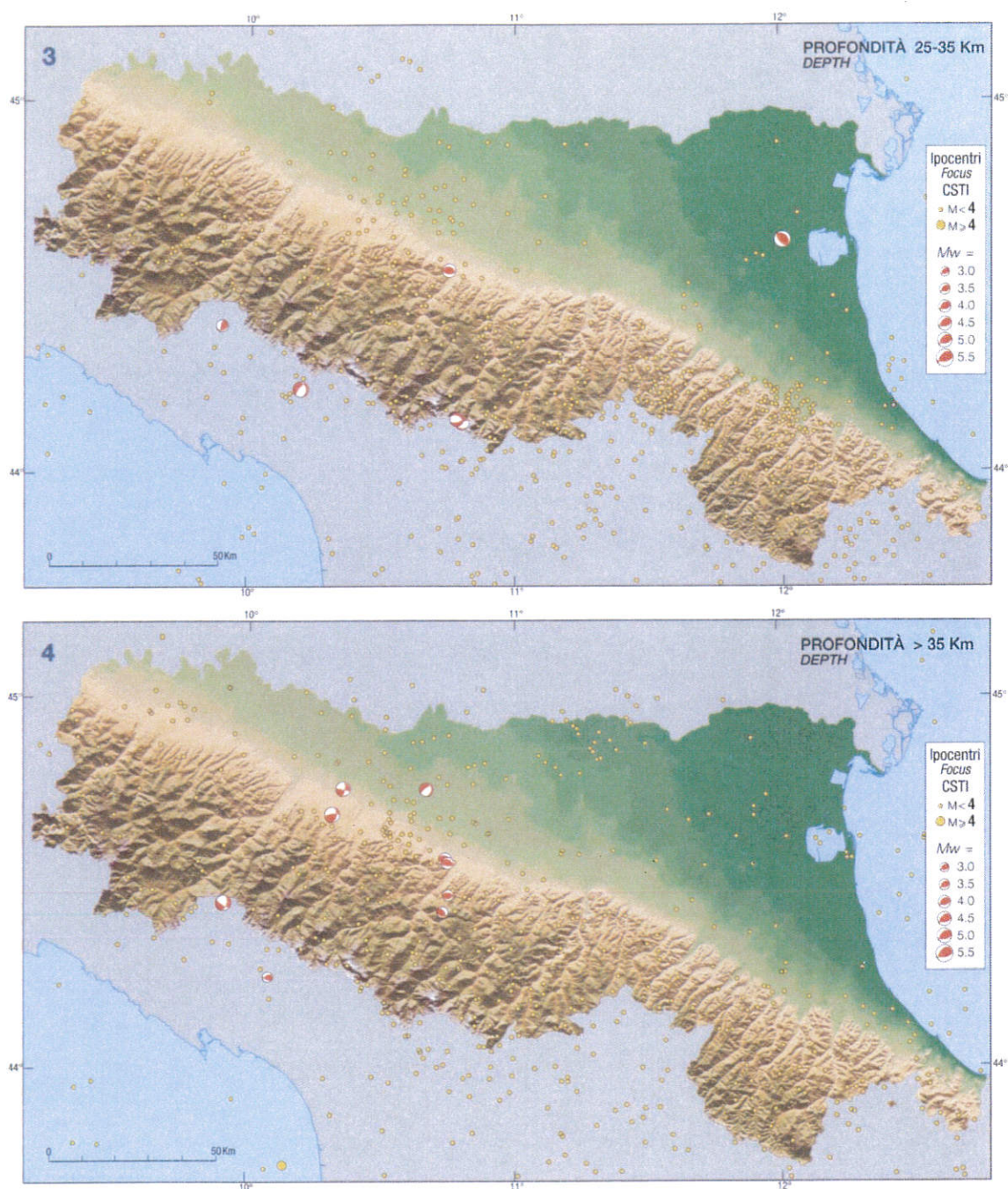


Figura 11 - Sismicità strumentale per intervalli di profondità degli ipocentri (25-35 km in alto; > 35 km in basso) – Fonte : Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli

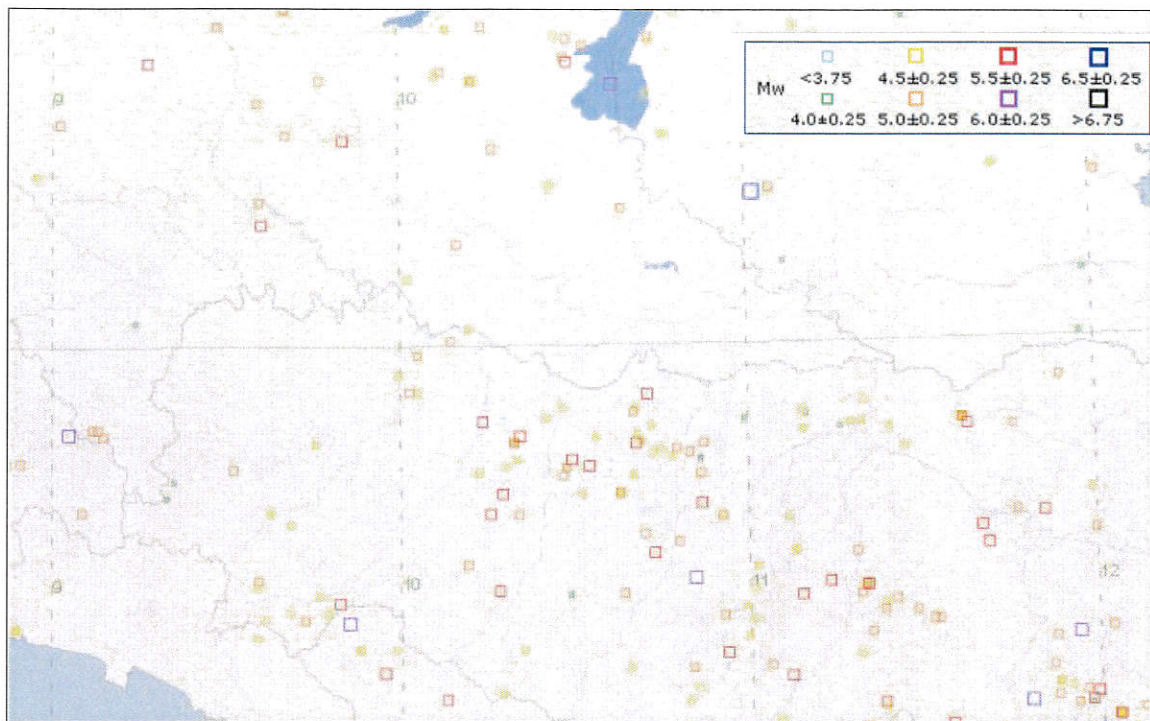


Figura 12 - Distribuzione degli epicentri (anni dal 1000 al 2006) per classi di magnitudo relativa al Catalogo CPT111 A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPT111, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

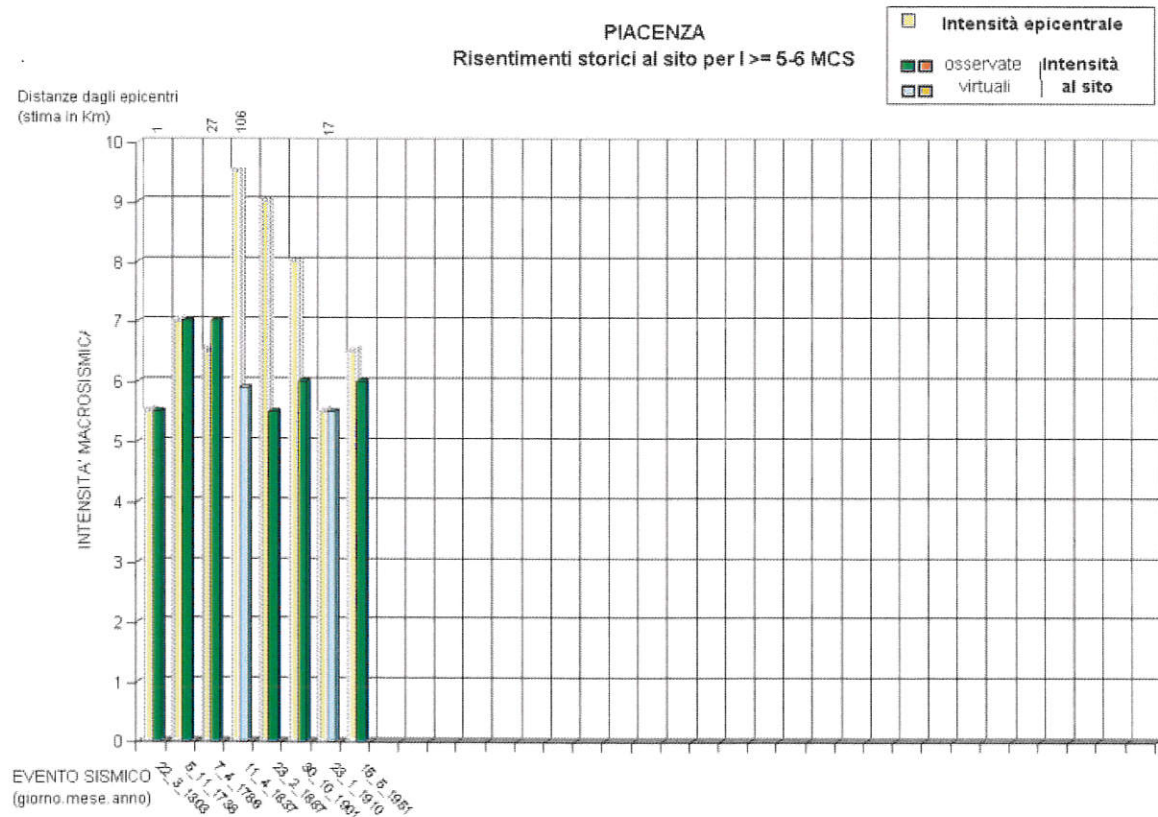


Figura 13 - Principali terremoti storici registrati a Piacenza e relativa intensità macrosismica (scala Mercalli).

| N | Tr | Anno | Me | Gi | Or | Mi | Se | AE | Rt | Np | Imx | Io | TI | Lat | Lon | TL | Maw | Daw | TW | Mas | Das | TS | Msp | Dsp | ZS9 | TZ | Ncft | Nnt | Nopt |
|------|----|------|----|----|----|----|----|---------------------|-------|------|-----|----|----|--------|--------|----|------|------|------|------|------|----|------|------|-----|----|------|------|------|
| 59 | DI | 1276 | 7 | 28 | 18 | 30 | | Italia settent. | CFTI | 10 | 55 | 60 | M | 45,080 | 9,550 | A | 5,11 | 0,12 | 0,12 | 4,71 | 0,18 | | 4,91 | 0,17 | 911 | G | 119 | 516 | 59 |
| 74 | DI | 1303 | 3 | 22 | 23 | | | PIACENZA | DOM | 1 | 55 | 55 | | 45,052 | 9,693 | A | 4,63 | 0,13 | | 4,00 | 0,20 | | 4,25 | 0,19 | 911 | G | | 517 | 74 |
| 511 | DI | 1738 | 11 | 5 | 0 | 30 | | PARMA | DOM | 10 | 70 | 70 | | 44,906 | 10,028 | A | 5,40 | 0,20 | | 5,15 | 0,30 | | 5,31 | 0,28 | 913 | G | | 612 | 511 |
| 647 | DI | 1786 | 4 | 7 | | | | PIACENZA | DOM | 8 | 70 | 65 | | 45,298 | 9,595 | A | 5,31 | 0,16 | | 5,01 | 0,24 | | 5,18 | 0,22 | 911 | A | | 522 | 647 |
| 819 | DI | 1837 | 4 | 11 | 16 | 50 | | ALPI/APUANE | DOM | 50 | 100 | 95 | | 44,174 | 10,181 | A | 5,65 | 0,09 | | 5,51 | 0,13 | | 5,51 | 0,13 | 915 | G | 391 | 552 | 819 |
| 1128 | DI | 1887 | 2 | 23 | 51 | 21 | | Liguria occidentale | CFTI | 1515 | 100 | 90 | | 43,920 | 8,070 | A | 6,29 | 0,10 | | 6,29 | 0,10 | | 6,29 | 0,10 | 910 | G | 436 | 479 | 1128 |
| 1353 | DI | 1901 | 10 | 30 | 14 | 49 | | 58 Salo' | CFTI | 191 | 80 | 80 | | 45,580 | 10,500 | A | 5,67 | 0,07 | | 5,55 | 0,11 | | 5,55 | 0,11 | 906 | G | 457 | 270 | 1353 |
| 1523 | CP | 1910 | 1 | 23 | 1 | 50 | | PONTE DELL'OLIO | POS85 | | | | | 44,900 | 9,633 | | 4,63 | 0,13 | | 4,00 | 0,20 | | 4,25 | 0,19 | 911 | G | 525 | 1523 | |
| 2054 | DI | 1951 | 5 | 15 | 22 | 54 | | LODIGIANO | DOM | 126 | 60 | 65 | | 45,254 | 9,550 | A | 5,24 | 0,07 | | 4,91 | 0,11 | | 5,09 | 0,10 | 911 | A | 2113 | 2054 | |

| Codice CPT104 | descrizione | contenuto |
|---------------|---|--|
| N | numero d'ordine del record | |
| Tr | tipo di record | DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici |
| Anno | tempo origine: anno | |
| Me | tempo origine: mese | |
| Gi | tempo origine: giorno | |
| Or | tempo origine: ora | |
| Mi | tempo origine: minuto | |
| Se | tempo origine: secondo | |
| AE | denominazione dell'area dei massimi effetti | |
| Rt | codice dell'elaborato di riferimento | vedi tabella 1 |
| Np | numero dei dati puntuali di intensità disponibili | |
| Imx | intensità massima x 10 (scala MCS) | |
| Io | intensità epicentrale x 10 (scala MCS) | |
| TI | codice di determinazione di Io | M: valore assegnato manualmente |
| Lat | localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali | |
| Lon | localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali | |
| TL | codice di localizzazione | A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale |

| | | |
|-------------|---|---|
| Maw | Magnitudo momento | |
| Daw | Errore associato alla stima di Maw | |
| TW | codice di determinazione di Maw | O: valore osservato fino al 1980 coincide con Mas di CPT199 |
| Mas | Magnitudo calcolata sulle onde di superficie | |
| Das | Errore associato alla stima di Mas | fino al 1980 coincide con Das di CPT199 |
| TS | Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea | En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997) |
| Msp | Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996) | per Ms > 5.5: Msp = Ms per Ms ≤ 5.5: Msp = (Ms + 0.584) / 1.079 |
| Dsp | Errore associato alla stima di Msp | |
| ZS9 | Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato | |
| TZ | Codice di assegnazione alla zona sorgente | G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa |
| Ncft | Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2 | |
| Nnt | Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4, I, 1 | |
| Ncpt | Numero d'ordine dei record nel catalogo CPT199 | |

Figura 14 - Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPT104) . Gruppo di lavoro CPTI (2004). INGV,

5 - ASPETTI IDROGEOLOGICI

Per quanto riguarda le caratteristiche idrodinamiche della prima falda è possibile fare riferimento al rilievo freaticometrico condotto dall'Amministrazione Provinciale in campagne condotte contenute negli anni 1977-78.

Le isofreatiche rappresentate nella Tav. 3 "Carta Idrogeologica" indicano le quote assolute della superficie piezometrica, in m. sul livello del mare (ottenute per differenza tra le quote della C.T.R. e i valori di soggiacenza misurati); la rappresentazione cartografica della piezometria del primo acquifero è stata completata con i valori di soggiacenza della superficie freatica al piano campagna, al fine di evidenziare le zone di maggior avvicinamento della falda alla superficie topografica.

L'assetto morfologico dell'area investigata rende ragione delle differenze di quota della falda spostandosi dalla depressione occupata dal Rio Lora verso ovest, con aumento della soggiacenza da valori inferiori a 2 m. fino a valori di 7-8 m. nel settore occidentale più rilevato in quota.

L'andamento della superficie piezometrica risulta abbastanza regolare, caratterizzata da gradiente idraulico di circa 8 per mille, con direzione di deflusso rivolta verso N.

Nel corso delle prove geognostiche eseguite per la presente indagine è stato riscontrato un livello di falda coerente rispetto alle informazioni sopra indicate, registrato tra 4,2 e 7,5 m. dal p.c. attuale in funzione della posizione topografica.

6 - ASPETTI IDRAULICI

Relativamente all'idrografia locale l'area si colloca nel settore di interfluvio tra il corso del Rio Cavo e del Rio Lora che rappresentano i corsi d'acqua naturali di maggiore importanza del settore di alta pianura in cui si colloca l'ambito ANIR2.

In particolare l'area risulta delimitata lungo il lato orientale dal corso del Rio Lora, che era stato responsabile, in passato, di numerosi episodi di tracimazione, con allagamenti del centro urbano di Castel San Giovanni, legati a problemi di officiosità idraulica del tratto artificializzato urbano.

La recente realizzazione della cassa di espansione nel tratto a monte dell'abitato di Castel San Giovanni, ha consentito di risolvere il problema idraulico in occasione delle piene del corso d'acqua, consentendo di mettere in sicurezza ampi settori del centro urbano del capoluogo.

Il Rio Lora nasce dalla confluenza del Rio Torto, del Rio Tortino e del Canale di bonifica e confluisce, a valle del capoluogo, nel Rio Carona; pur avendo un piccolo bacino imbrifero (circa 8 Km²) assume rilevante importanza attraversando, in parte tombato e in parte a cielo aperto, il capoluogo, ricevendone buona parte delle acque di scolo bianche e nere.

Le cospicue piene, che interessano questo corso d'acqua in occasione di piogge di forte intensità, hanno minacciato il centro abitato per il rischio di esondazioni dirette e per il rigurgito provocato nei collettori che vi confluiscono.

Lo studio redatto dall'Amministrazione Comunale di Castel San Giovanni nel 1992 "Analisi funzionale della rete di scolo meteorica" aveva messo in evidenza una grave situazione di crisi: infatti, a causa di vincoli presenti lungo il tratto cittadino del Rio Lora, costituiti essenzialmente da strettoie esistenti, la portata di piena al colmo di ricorrenza monosecolare non poteva transitare con deflusso regolare e franchi adeguati rispetto alle sommità di muri, scarpate di sponda, intradossi di ponti e tratti tombinati.

I rischi di esondazione delle acque risultavano elevati, e notevoli i danni che ne sarebbero potuti derivare, essendo investite aree urbane fittamente insediate; la situazione non poteva essere migliorata mediante interventi di riprofilatura e di risezionamento del corso d'acqua, poiché si sarebbero potute eliminare alcune delle più rilevanti strozzature presenti da tempo lungo l'attraversamento dell'area urbana.

Tra le soluzioni prese in considerazione per la moderazione delle portate di piena al colmo in ingresso nella città è stata scelta la realizzazione di una cassa di espansione, completata alcuni anni orsono.

L'Amministrazione Comunale di Castel San Giovanni, dopo aver attentamente esaminato i costi di costruzione e gli impatti ambientali di entrambe le soluzioni, ha optato per la realizzazione di una cassa d'espansione a monte di Castel San Giovanni.

Si precisa che il Rio Lora si sviluppa dalla confluenza del Canale della Bonifica nel Rio Torto, fino allo sbocco nel Rio Carona e raccoglie lungo il percorso i contributi della rete fognaria di una parte dell'abitato di Castel S. Giovanni.

L'analisi idrografica e territoriale ha portato ad escludere la possibilità di localizzazione di serbatoi di piena fra la sezione di ingresso del Rio Lora nell'abitato di Castel San Giovanni e la confluenza Rio Torto-Canale della Bonifica ed ha ritenuto fattibile la realizzazione di una cassa di espansione al termine del Rio Torto, il cui bacino tributario copre circa due terzi del bacino complessivo (5,3 Km², contro 8,3 Km²).

I risultati conseguenti all'applicazione del metodo di Giandotti-Giambetti ai bacini del Rio Torto e del Rio Lora per la determinazione delle portate al colmo è sintetizzato nella successiva tabella.

Tabella 1 – Portate dei bacini Rio Torto e Rio Lora

| | <i>Q100</i> | <i>Q200</i> | <i>Q500</i> |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| RIO TORTO | 32,9 | 36,2 | 40,7 |
| RIO LORA | 36,8 | 40,4 | 45,2 |

Il bacino occupa una superficie di circa 3,0 ha; avendo fissato un'altezza media dell'acqua invasabile di circa 3 m, si ricava una capacità di invaso di circa 95.000 mc in grado di consentire una laminazione della piena per una portata di circa 18 l/sec.

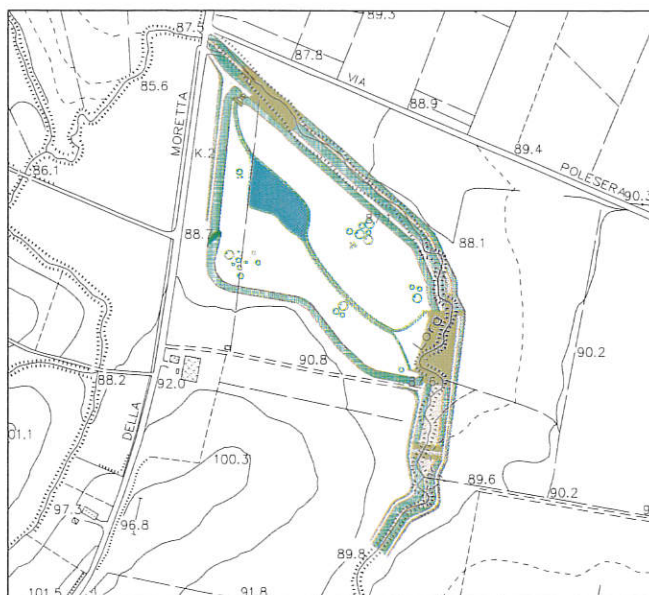


Figura 12 - Schema realizzativo cassa di espansione del Rio Torto

Relativamente al reticolato idrico secondario si segnala la presenza di due fossi di scolo principali che drenano l'area agricola compresa tra l'edificato di Via Malvicino ed il Rio Lora, convergendo lungo il limite del fronte urbanizzato di Via La Marmora, per confluire nel Lora al limite nord-orientale dell'ambito.

Non si segnalano problemi di allagamenti da parte del fosso citato, tuttavia, si ritiene opportuna la periodica manutenzione, per garantirne la funzionalità in occasione di eventi meteorici, soprattutto tenendo presente i tratti tombinati presenti.



Figura 13 - Vista del corso del Rio Lora nel settore sud-est dell'ambito.



Figura 14 - Vista dell'alveo del Rio Lora in corrispondenza dell'ambito.



Figura 15 - Vista verso sud del settore est dell'ambito, prospiciente al corso del Rio Lora (sulla sx)

7 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del substrato relativo al Comparto 2.1 dell'Ambito ANIR 02, sono state eseguite n°5 prove penetrometriche dinamiche SCPT e statiche CPT spinte fino alla profondità massima di circa 9 m. dal p.c., che vanno ad integrare le n°10 prove penetrometriche statiche CPT e dinamiche SCPT, eseguite in fase di POC per l'intero ambito.

La distribuzione delle prove eseguite disponibili è riportata nella mappa scala 1:3.000 allegata (Tav. 6).

Nel complesso le prove indicano la presenza di una coltre superficiale limoso-argillosa di consistenza media con locali intercalazioni ghiaiose in matrice argillosa, avente spessore estremamente variabile nell'ambito dell'area investigata, passando da circa 1,0 a 6,0 m., sovrastante un orizzonte ghiaioso, in matrice limoso-argillosa, presente fino alla profondità massima indagata pari a circa 9,00 m. dal p.c.

Nel dettaglio è possibile definire, a partire dalla quota del piano attuale, la successione litostratigrafica locale di seguito illustrata:

- 1° strato: argilla limosa di bassa consistenza .
Profondità 0,00÷0,60/1,50 m.
Comportamento coesivo
 $R_p = 6\div 19 \text{ Kg/cm}^2$; $N_{spt} = 2$ colpi
Coesione non drenata $C_u = 0,25\div 0,35 \text{ Kg/cm}^2$
- 2° strato: argilla limosa di media consistenza con lenti ghiaiose in matrice limoso-argillosa a tratti prevalente, a variabile sviluppo latero-verticale nell'ambito dell'area investigata.
Profondità 0,60/1,50 ÷5,10/6,00 m.
Comportamento coesivo per i livelli prevalentem. limoso-argillosi; attritivo per le lenti ghiaiose
 $R_p = 21\div 30 \text{ Kg/cm}^2$; $N_{spt} = 5\div 10$ colpi per i livelli limoso-argillosi
 $R_p = 63\div 252 \text{ Kg/cm}^2$; $N_{spt} = 10\div 25$ colpi per i livelli limoso-argillosi
Coesione non drenata $C_u = 0,50\div 0,92 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito $\phi = 29\div 33^\circ$
- 4° strato: ghiaie addensate in matrice limoso-argillosa
Profondità 5,10/6,00÷8,40 m.
Comportamento attritivo
 $N_{spt} = 17\div 30$ colpi
 $DR = 60\div 97 \%$ (addensata)
Angolo di attrito $\phi = 32\div 38^\circ$



Figura 16 – Foto rappresentative prove penetrometriche

8 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL SUOLO (VS30)

Per la determinazione delle caratteristiche dinamiche del suolo, in termini di velocità media di propagazione delle onde di taglio entro la profondità di 30 m. dalla superficie (Vs30), sono state sfruttate le seguenti prospezioni geofisiche :

1. prove ReMi RM1 e RM2 eseguite per le indagini geologiche del PSC
2. prova Masw M1 eseguita per l'indagine geologica a corredo della Variante PRG APSC1-2

La prospezione **ReMi** consiste in indagine sismica a rifrazione che impiega la tecnica dei **microtremori** (Refraction Microtremors); il metodo si basa sulla costruzione della curva di dispersione delle velocità delle onde di superficie derivata dall'analisi del microtremore sismico e successiva inversione 1-D Vs-Z.

La prospezione **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Wave) rappresenta una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della modalità di propagazione delle onde di superficie (surface wave) o onde di Rayleigh nel sottosuolo permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio Sh.

La velocità sismica media Vs30 viene calcolata secondo l'espressione

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i/v_i}$$

ove h_i = spessore in mt. dello strato i-esimo

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

Sulla base delle prove disponibili, i valori di Vs30 calcolati sono raccolti nella tabella seguente :

Tabella 2 – Valori di Vs30

| Sito | Stendimento REMI | Vs30 (m/sec) | Categoria di suolo |
|-------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Capoluogo Sud-est | R.01 | 293 | C |
| Castello Sud | R.03 | 281 | C |
| APSC1-APSC2 | M.01 | 310 | C |

per cui è possibile fare riferimento ad un valore caratteristico per l'ambito ANIR2 Comparto 2.1 pari a

$$V_{s30} = 295 \text{ m/s}$$

che consente di valutare il sottosuolo di fondazione, sulla base della classificazione di cui al D.M. 14/01/08 come rientrante nella seguente categoria :

| | |
|--------------------|---|
| Categoria C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 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).</i> |
|--------------------|---|

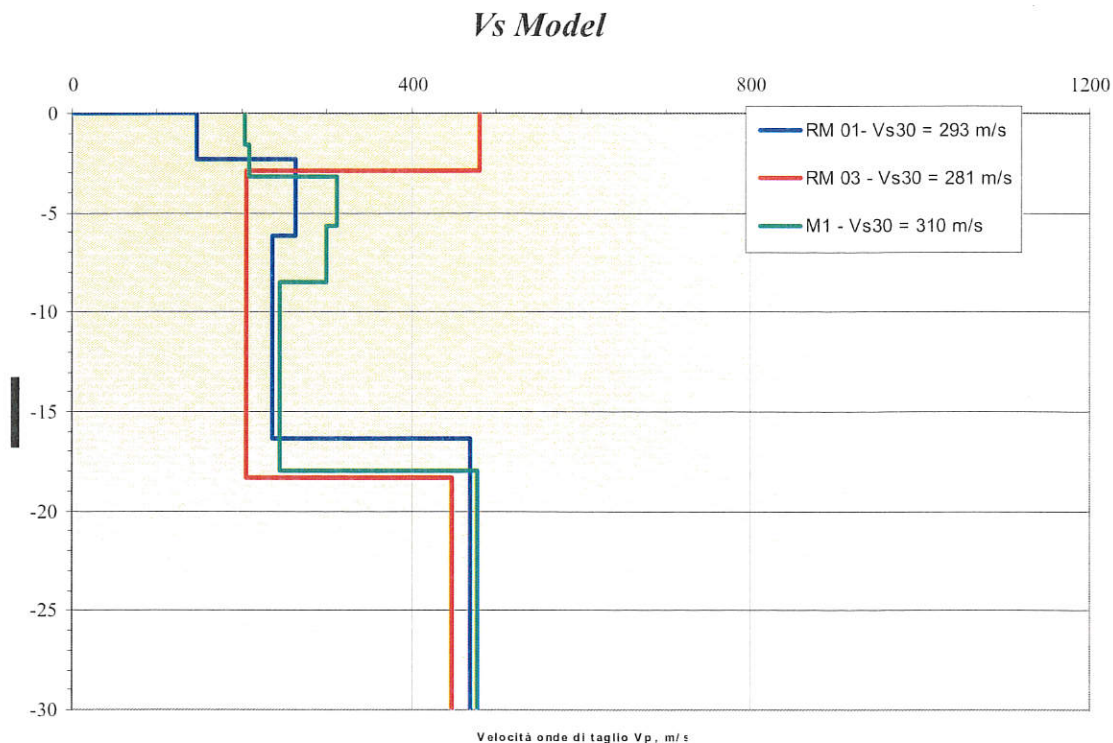
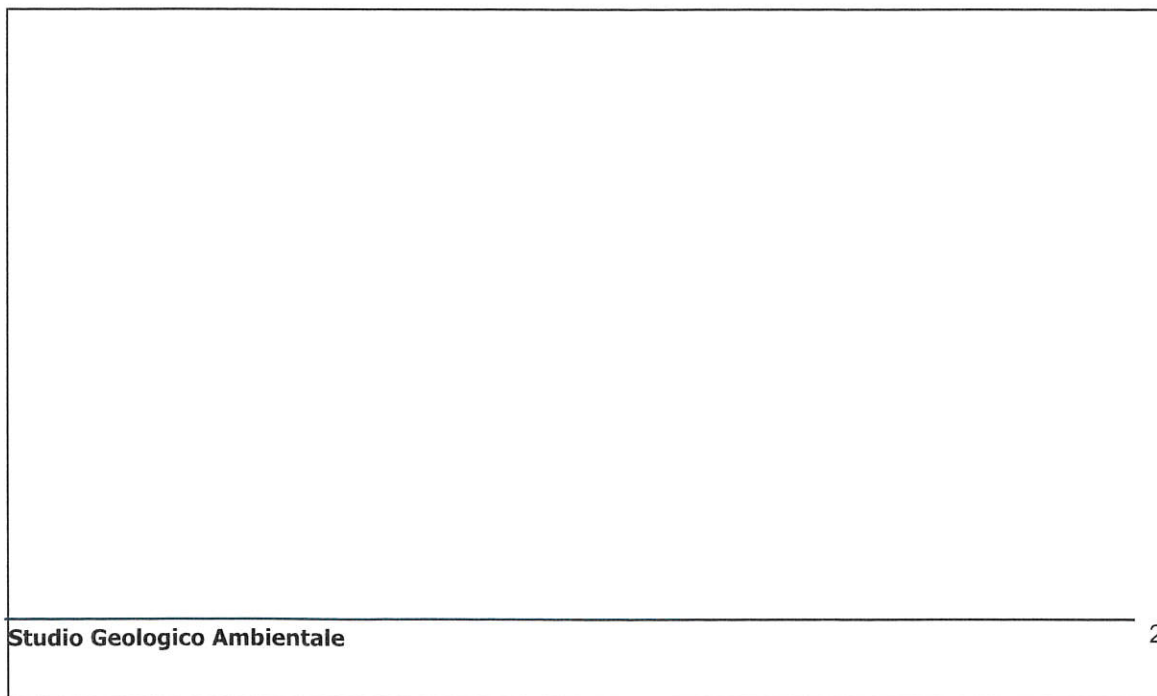


Figura 17 – Diagramma di velocità Vs

9 - CLASSIFICAZIONE SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. 3274/2003) fa rientrare il Comune di Castel San Giovanni in **zona 4** cioè a sismicità bassa, caratterizzata da valori di a_g/g minori di 0,05, dove “ a_g ” è l’accelerazione di picco orizzontale al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e “ g ” è l’accelerazione di gravità.



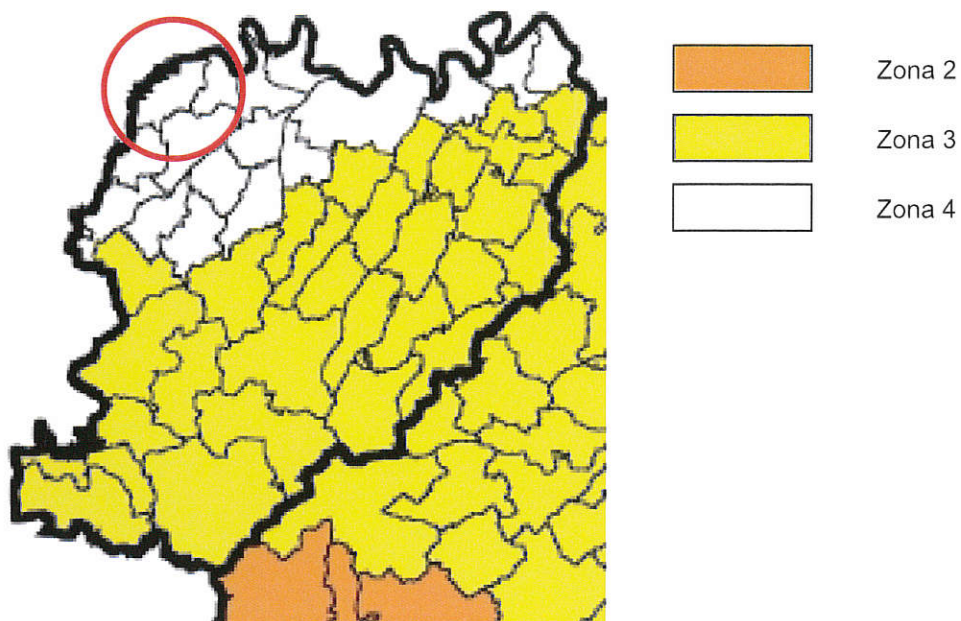


Figura 18 - Nuova classificazione sismica del territorio regionale OPCM 3274/2003

10 - PERICOLOSITA' SISMICA

Per *pericolosità sismica* viene intesa la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito; essa è legata alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale

In questa sede è stata esaminata la "Mappa di pericolosità sismica" allegata all'Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, che aggiorna la precedente approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004.

Come si può osservare dalla distribuzione delle aree a diversa accelerazione massima del suolo (a_{max}) espressa in termini di accelerazione massima con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferita a suoli molto rigidi con $V_{s30} > 800$ m/s), il Comune di Castel San Giovanni, evidenziato in figura dal cerchio rosso, appartiene alla fascia caratterizzata da valori **0,075-0,100 g**; i valori rivalutati sono farebbero rientrare il Comune di Castel San Giovanni in zona 3 di cui all'Ordinanza 3274/2003.

Per la precisione la Delibera dell'A.L. della Regione Emilia Romagna progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007, concernente l'atto di indirizzo e coordinamento tecnico in merito agli studi di valutazione della risposta sismica locale e di microzonazione sismica, attribuisce a Castel San Giovanni un valore dell'accelerazione max orizzontale di picco al suolo $a_{refg} = 0,094$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g.

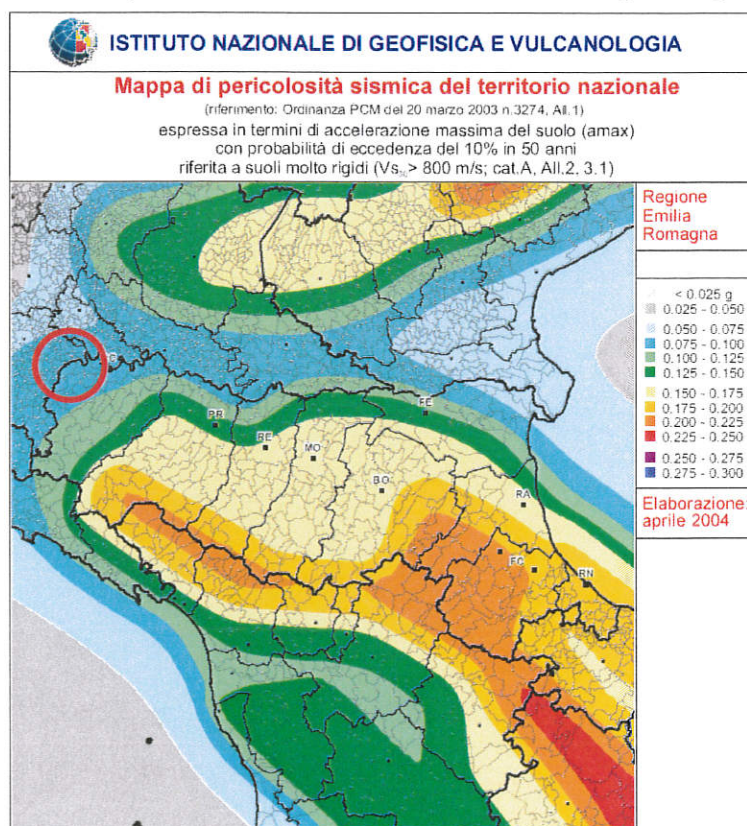


Figura 19– Mappa di pericolosità sismica in termini di a_{max} (INGV 2004)

11 - EFFETTI DI SITO ATTESI

In riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato A1 della Delibera regionale del 2 maggio 2007 relative all'elaborazione della "Carta delle aree suscettibili di effetti locali", sono stati esaminati gli aspetti geologici e geomorfologici che possono determinare effetti locali. Le caratteristiche fisiche che possono indurre tali effetti nell'ambito della Regione Emilia-Romagna sono le seguenti :

Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m)

- detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso);
- detriti di conoide alluvionale;
- depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle;
- accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e cono di deiezione);
- depositi fluvio-lacustri
- riporti antropici poco addensati;
- substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m);
- litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/sec.

Elementi morfologici che possono determinare amplificazione

- creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza ≥ 30 m

Depositi suscettibili di amplificazione e cedimenti

- depositi granulari fini con livello superiore della falda acquifera a profondità minore di 15 m dal piano campagna, con composizione granulometrica che ricade nelle fasce critiche indicate nell'Allegato A3 della Delibera (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione);
- depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT < 15 o cu < 70 kpa.

Aree soggette ad instabilità di versante:

- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;
- aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività $> 15^\circ$; pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati 12 con acclività $> 15^\circ$; versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; scarpate subverticali; accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).

Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:

- contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse;
- cavità

In virtù delle conoscenze geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche precedentemente descritte è stata prodotta la “*Carta delle aree suscettibili di effetti locali*” (Tavola 5).

L'area ricade per buona parte nella Zona di conoide alluvionale, costituita da alternanze di depositi alluvionali, da fini a grossolani, disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore, suscettibili ad amplificazione sismica stratigrafica; il settore più prossimo al corso del Rio Lora, rientra nell'ambito della Zona intravalliva, costituita da alternanze di materiali di natura alluvionale, variabili da fini a grossolani disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore.

La natura prevalentemente argillosa e ghiaiosa dei sedimenti presenti, anche in relazione alla ridotta sismicità dell'area, esclude la possibilità di formazione di fenomeni di liquefazione del substrato, tipici di sedimenti sabbiosi saturi.

Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e litologiche, sono state due classi di aree suscettibili di effetti locali :

- Conoide alluvionale – *Alternanza di sedimenti da grossolani a fini limoso-argillosi.*
EFFETTI ATTESI: amplificazione per caratteristiche litologiche
- Zona intravalliva – *Alternanza di materiali di natura alluvionale. Da fini a grossolani disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore.*
EFFETTI ATTESI: amplificazione per caratteristiche litologiche

In ragione della possibile amplificazione stratigrafica in caso di sisma, si è proceduto alla seconda fase di studio prevista dalla Delibera regionale del 2 maggio 2007, finalizzata alla valutazione della risposta sismica locale e la microzonazione sismica del territorio indagato.

Nel caso in esame, tenendo conto della situazione geomorfologica in cui ricade l'area in esame (area pianeggiante con stratificazione sub-orizzontale, e rischio di liquefazione assente) è ritenuto sufficiente il secondo livello di approfondimento (analisi semplificata).

Il settore indagato può essere assimilato, in riferimento alle tipologie geologiche di cui all'Allegato A2 della Delibera 2-5-07, al tipo Pianura 1, cioè ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato poco profondo (< 100 m da p.c.).

Sulla base del valore di $V_{s30} = 295$ m/s, considerato come valore caratteristico dell'area sulla base delle prospezioni sismiche disponibili, e sulla base dei valori tabellari per terreni tipo Pianura 1, si ottiene un valore di :

Tabella 3 - Valori del fattore di amplificazione sismica per vari intervalli di intensità spettrale

| FA PGA | FA - 0.1s < To < 0.5s | FA - 0.5s < To < 1.0s |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| 1.6 | 1.8 | 2.4 |

dove PGA = 0,127 g

Nella Carta di microzonazione sismica (Tavola 8), sviluppata per l'area interessata dal comparto residenziale in oggetto, è stato riportato il Fattore di Amplificazione stratigrafica che dovrà essere tenuto in considerazione per la determinazione dello spettro di risposta necessario per la progettazione sismica degli edifici ai sensi della normativa sismica vigente.

12 - VALUTAZIONE CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Per quanto riguarda le valutazioni relative alle fondazioni in condizioni sismiche, in questa sede vengono fornite le indicazioni geotecniche preliminari che dovranno essere oggetto di specifico approfondimento in sede di progettazione esecutiva dei singoli interventi edilizi ai sensi del D.M. 14/01/08.

Le verifiche di sicurezza agli stati limite sono condotte accertandosi che i valori di progetto Ed degli effetti delle azioni, siano minori o eguali dei valori di progetto Rd degli effetti delle resistenze:

$$Ed \leq Rd$$

Tali verifiche possono essere attuate con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza sulle azioni e sulle resistenze; in questo caso le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2 del D.M., introducendo fattori di sicurezza parziali ai parametri di resistenza al taglio del terreno, pari a 1.

La verifica allo stato limite di rottura deve essere condotta controllando che sotto l'azione delle sollecitazioni di calcolo il terreno di fondazione sia stabile e non presenti deformazioni permanenti compatibili con i requisiti di funzionalità della struttura; deve quindi essere verificato che la resistenza di calcolo del terreno risulti superiore alla sollecitazione verticale di progetto.

In relazione alla tipologia edilizia che verrà realizzata nell'ambito dell'area di intervento, è stata presa in considerazione una fondazione continua di larghezza B = 1,00 m., con profondità di posa pari a 1,20 m. e pari a 2,20 m., rispettivamente per edifici senza interrato e con piano seminterrato.

Alle quote indicate l'appoggio delle fondazioni avviene, in relazione alla variabilità degli orizzonti riscontrati, nell'ambito di terreni coesivi a variabile consistenza, alternati a lenti

ghiaiose in matrice limoso-argillosa; in relazione al carattere preliminare delle valutazioni geotecniche in oggetto, si è optato per una valutazione del carico limite sia a breve termine (condizioni non drenate) per appoggio su terreni coesivi, considerando il terreno caratterizzato da una coesione non drenata $C_u = 0,57 \text{ kg/cm}^2$, sia per appoggio su terreni granulari (condizioni drenate) introducendo un angolo di attrito caratteristico ϕ pari a 31° .

Per i calcoli della pressione limite ($q_{lim.}$), si è fatto riferimento alla seguente espressione di Brinch-Hansen (1970) :

$$q_{lim} = 0,5 y B N_y s_y d_y + C' N_c s_c d_c + q' N_q s_q d_q \quad (1)$$

nella quale:

y = peso di volume del terreno

C' = coesione del terreno in termini di sforzi efficaci

q' = sovraccarico del terreno al di sopra del piano di fondazione

N_y, N_c, N_q = fattori di capacità portante

s_y, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione

d_y, d_c, d_q = fattori di profondità della fondazione

che si riduce nella forma seguente, per terreni dotati di sola coesione:

$$q_{lim} = N_c \cdot C_u \cdot (1 + s'c + d'c) + yH$$

dove : N_c = fattore di capacità portante di Brinch e Hansen = 5,14

$s'c$ = fattore di forma

$d'c$ = fattore di profondità

C_u = coesione non drenata (t/m^2)

y = peso di volume terreno = $1,85 t/m^3$

H = profondità di posa (m)

Il risultato della resistenza del terreno di progetto R_d ottenuto nelle condizioni geometriche ipotizzate è riassunto nella tabella seguente (i calcoli sono riportati per esteso nell'ALL. 3) :

Tabella 4 – Valutazione carico limite secondo Brinch-Hansen

| Tipo | Largh. (m) | Profond. da p.c. (m) | C_u (kg./cm ²) | γ_{cu} | C_{UR} (kg./cm ²) | ϕ (°) | $\gamma \tan \phi$ | ϕ_R (°) | R_d (kg./cm²) |
|----------|------------|----------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------|------------|--------------------|--------------|--|
| continua | 1,00 | 1,20 | 0,57 | 1,0 | 0,57 | - | - | - | 1,89 |
| continua | 1,00 | 1,20 | | | | 31 | 1,0 | 31- | 2,66 |
| continua | 1,00 | 2,20 | 0,57 | 1,0 | 0,57 | - | - | - | 1,60 |
| continua | 1,00 | 2,20 | | | | 31 | 1,0 | 31- | 2,68 |

I valori ottenuti, pur ribadendo il carattere preliminare delle valutazioni eseguite, consentono una normale edificazione dell'area investigata.

In fase di progettazione esecutiva, occorrerà naturalmente procedere ai prescritti approfondimenti geotecnici previsti dal D.M. 14/1/08 valutando il rispetto delle verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) per i futuri edifici, in funzione delle effettive sollecitazioni in gioco.

13 - VALUTAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La formulazione del giudizio di fattibilità geologica per le azioni di piano, è stata desunta dalla valutazione incrociata degli elementi di carattere geologico-geomorfologico, idrogeologico, idraulico e geotecnico, descritti nei capitoli precedenti, nonché dei fattori di utilizzo antropico del territorio, attuali e di previsione.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte, è stata allestita la "Carta della fattibilità geologica" (Tavola 9), nella quale all'area oggetto di POC sono state associate classi di fattibilità e fornite indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle eventuali opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

In tale ottica sono individuabili nell'area interessata dall'Ambito ANIR02 Comparto 2.1, tre classi di fattibilità, di cui viene riportata di seguito una descrizione sintetica e le prescrizioni a cui dovrà essere assoggettata l'edificazione:

Aree a fattibilità geologica senza particolari limitazioni:

Aree stabili di pianura caratterizzate da superfici a bassa acclività con andamento sub-pianeggiante; coltri limoso argillose sovrastanti ghiaie a matrice limosa. La soggiacenza della prima falda compresa tra 2-6 m..

Edificabili con normali tecniche costruttive previo accertamento delle caratteristiche del substrato in funzione dell'accertamento di possibili cedimenti differenziali connessi ad eterogeneità del substrato. Possibile amplificazione stratigrafica in caso di sisma.

Aree a fattibilità geologica con limitazione relativamente consistenti

Aree intravallive con soggiacenza < 2m caratterizzate da superfici sub-pianeggianti, su substrato caratterizzato da alternanze di orizzonti limoso-argillosi e lenti ghiaiose, con soggiacenza della falda freatica < 2 m..

Edificabili con normali tecniche costruttive previi accertamenti geotecnici ed idrogeologici, volti a verificare l'intercettazione della falda. Sconsigliata la realizzazione di scantinati e interrati a profondità superiore a 1 m.; in ogni caso necessario prevedere l'adozione di adeguate opere di impermeabilizzazione delle strutture interrato. Possibile amplificazione stratigrafica in caso di sisma.

Aree a fattibilità geologica con gravi limitazioni:

Aree ad elevato rischio di esondazione corrispondenti alle fasce fluviali classificate come B del PAI e B2 e B3 del PTCP

Edificabilità preclusa; limitati interventi sul patrimonio edilizio esistenti secondo la normativa PAI e PTCP.

Nel complesso buona parte dell'ambito ANIR2 Comparto 2.1 non presenta limitazioni particolari all'edificazione, mentre il settore più prossimo al Rio Lora risulta esposto (pur con una valutazione cautelativa, tenendo conto della presenza della cassa di espansione posta a monte) ad un rischio di esondazione, che ne preclude l'edificazione.

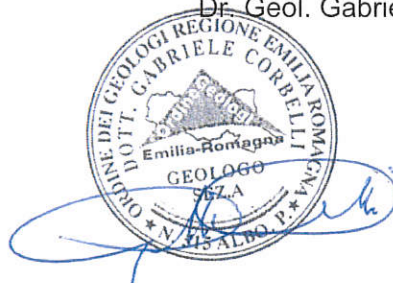
Il settore intermedio tra i due, corrispondente alla fascia morfologica di transizione tra il ripiano più elevato in quota ed il fondo della vallecchia occupata dal Rio Lora, presenta una limitazione connessa alla possibile risalita della falda entro quote di 2 m. dal p.c., che sconsigliano la realizzazione di piani interrati a quote inferiori a -1 m. di profondità dal p.c. attuale; nella porzione nord-orientale di questo settore, che risulta la più ribassata in quota di tutto l'ambito residenziale, occorrerà porre particolare attenzione alla corretta regimazione delle acque meteoriche, da un lato mediante la verifica della capacità di smaltimento dei fossi/canalizzazioni interessanti l'ambito nella loro configurazione finale e dall'altro attraverso la realizzazione delle superfici abitabili e delle aree di pertinenza ad una quota sopraelevata di almeno 1 m. rispetto alla quota dell'area più ribassata posta in fregio al Rio Lora.

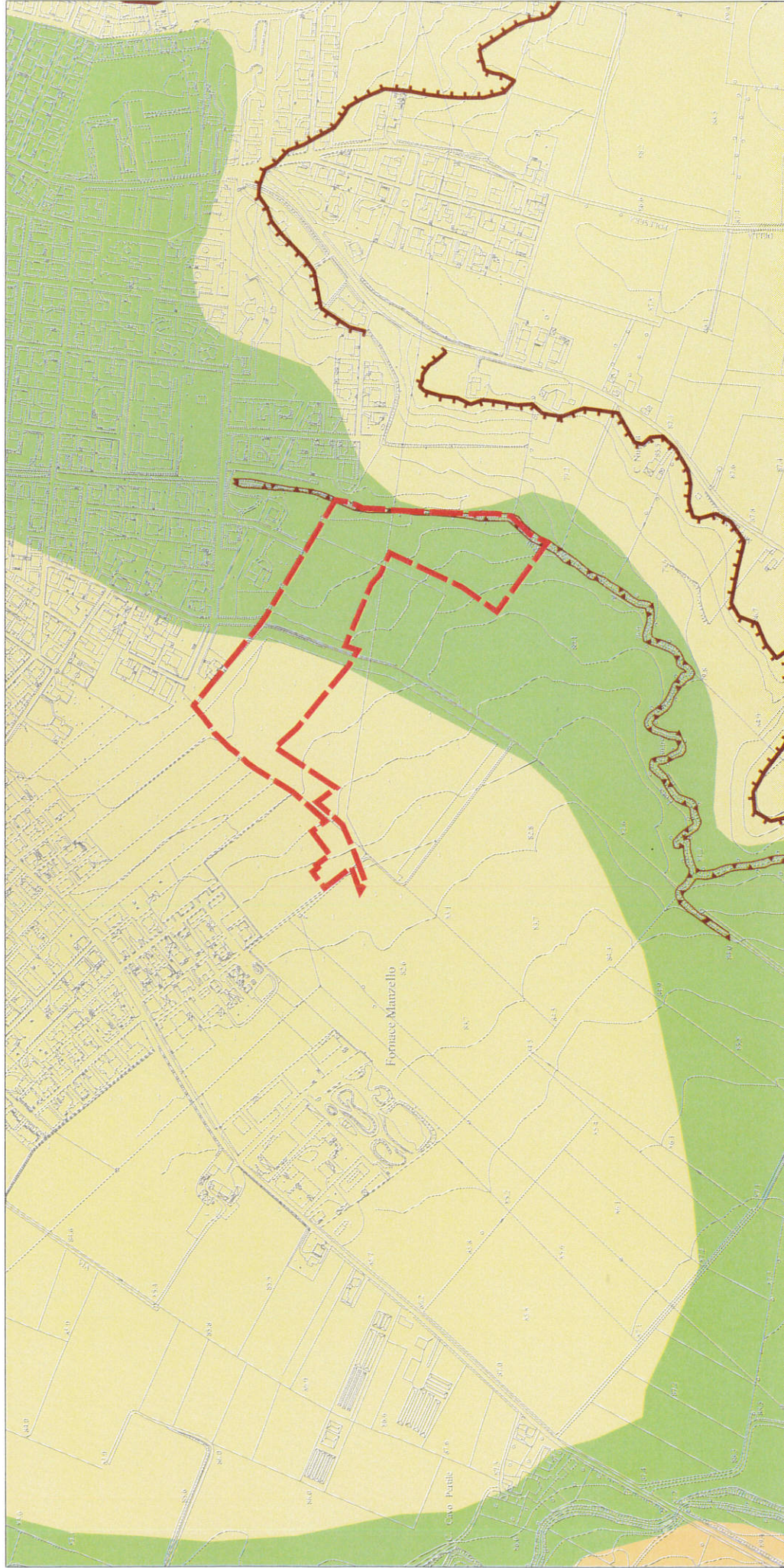
La prevista realizzazione della vasca di laminazione delle acque meteoriche riferibili alla futura urbanizzazione, prevista nella fascia perfluviale del Rio Lora, consentirà, attraverso l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, di regimare le portate idriche che verranno scaricate nel corso d'acqua, non aggravando le condizioni idrauliche del rio.

Fiorenzuola d'Arda, 20/12/2015

Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. Gabriele Corbelli





Legenda

Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

Elementi Morfologici:

Orlo di scarpata principale

Orlo di scarpata di erosione fluviale

Unità geologiche:

Unità AES8 it - Subsystema di Ravenna - Depositi alluvionali intravallivi terrazzati, costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Pleistocene superiore - Olocene

Unità AES7a - Unità di Niviano - Depositi alluvionali costituiti da depositi fini dati da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocraei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie (depositi di interconcoide). Pleistocene superiore

Unità AES3 it - Subsystema di Agazzano - Depositi alluvionali fini costituiti da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocraei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie (depositi di interconcoide). Pleistocene medio

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

Commitenti :
ENERGY TRADING & SERVICE srl
LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO
MAINI CLAUDIA
MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Elaborato:

A cura di:



Studio Geologico Ambiente
Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80
29017 Fiorenzuola d'Arda (PO)
Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944099
E-mail: geo.corbelli@tiscali.net.it



Scala:

1:5.000

Data:

dicembre 2015

Tavola:

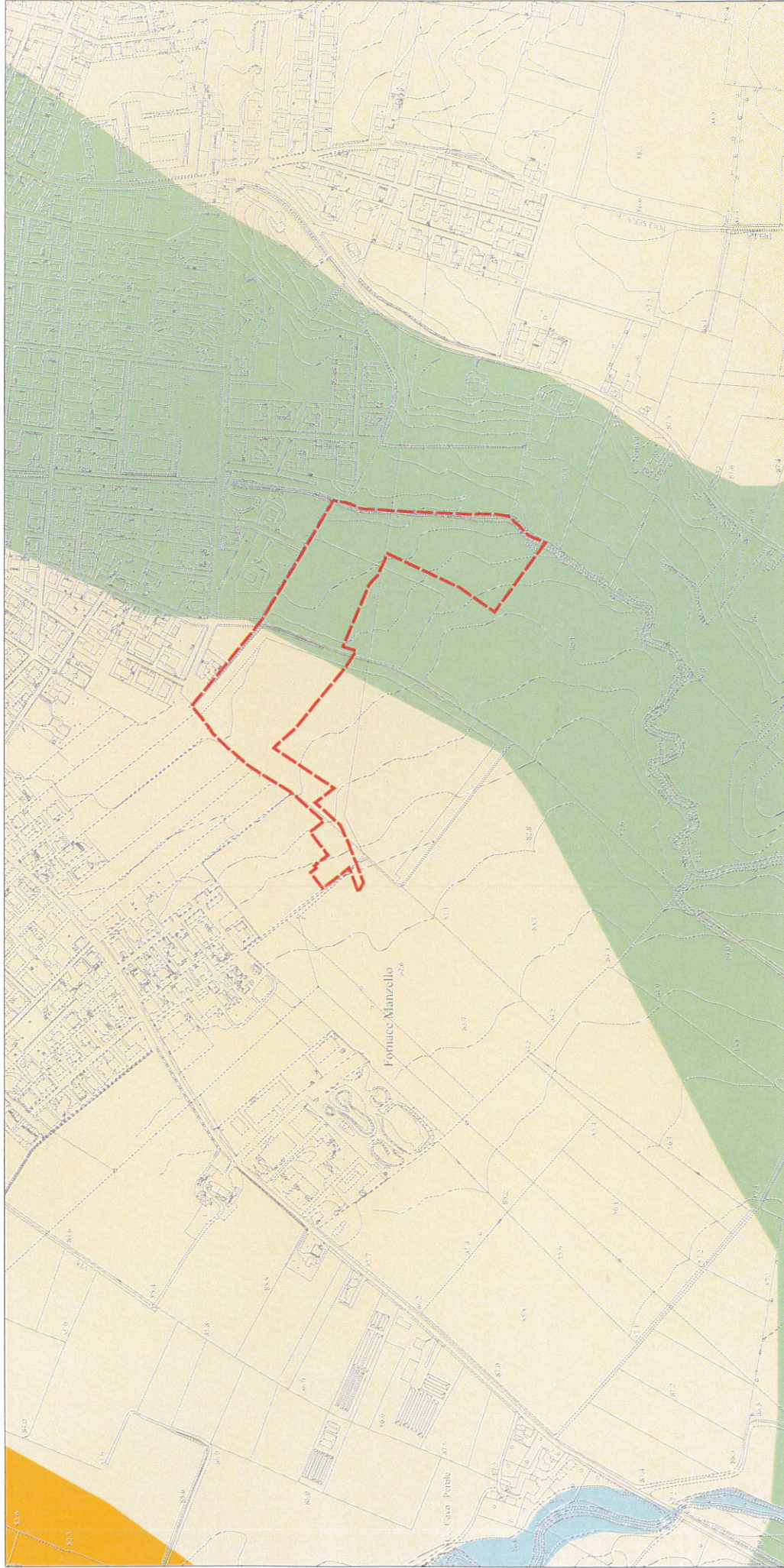
1

PUA

Piano Urbanistico Attuativo
Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA







Legenda



Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

Aspetti litologici

-  Alveo inciso
Alternanza di sedimenti limoso argillosi con intercalazioni di materiale grossolano sabbioso-limoso
-  Conoide pedemontana F
Alternanza di sedimenti grossolani con intercalazione di lenti a matrice argillosa limosa
-  Conoide pedemontana G
Alternanza di sedimenti di natura alluvionale prevalentemente grossolani.
-  Zona intravalliva
Alternanza di materiali di natura alluvionale. Da fini a grossolani disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI

PROVINCIA DI PIACENZA

Commititenti :
ENERGY TRADING & SERVICE srl
LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO
MAINI CLAUDIA
MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Elaborato:

A cura di:



Studio Geologico Ambientale
Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80
29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) - Italia - Regione Emilia Romagna
Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
E-mail: geo.corbelli@tiscali.net

Tavola:

Scala: 1:5.000

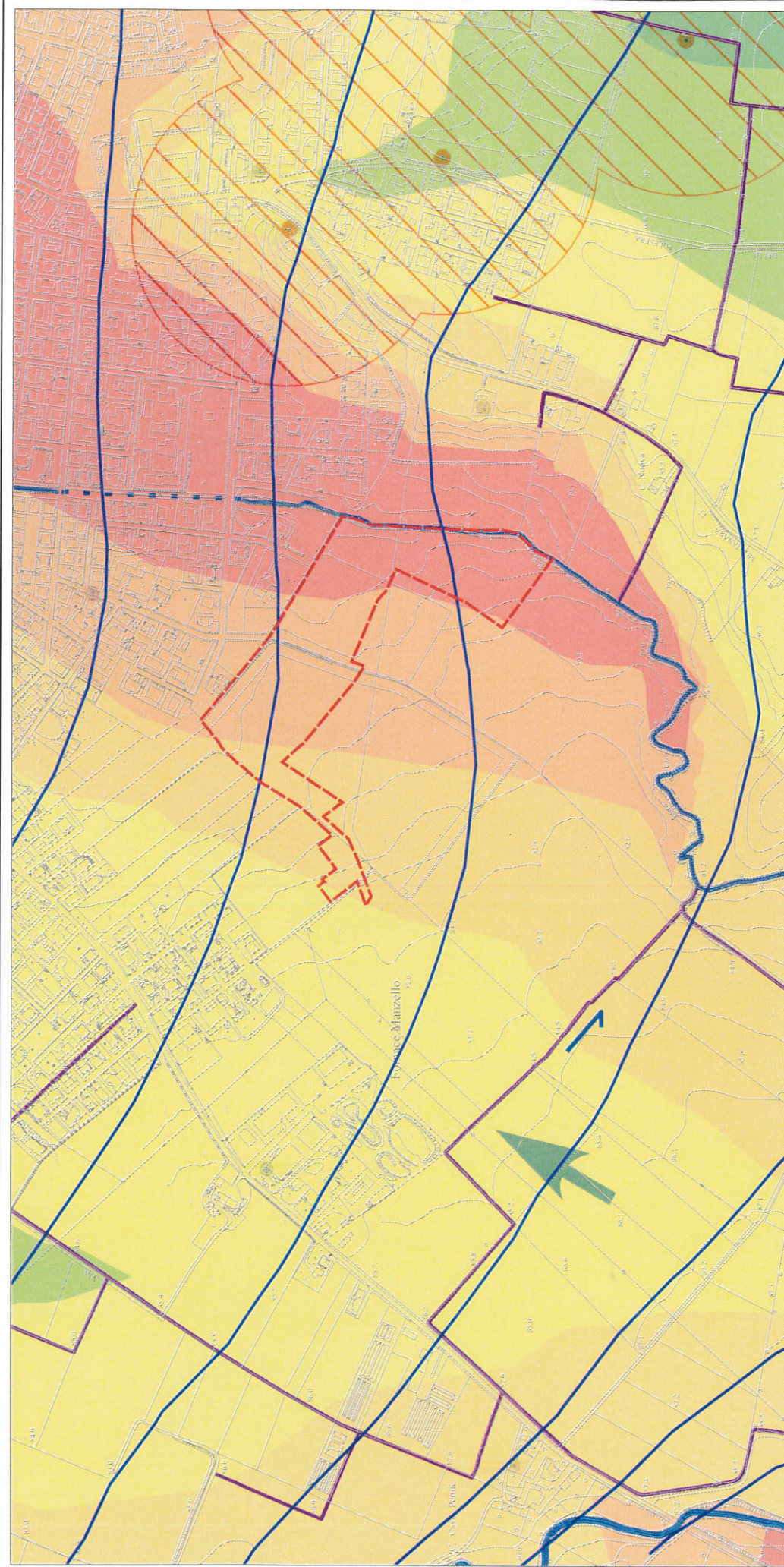
Data: dicembre 2015

2

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

CARTA LITOLOGICA

PUA
Piano Urbanistico Attuativo
Ambito ANIR 02 Comparto 2.1



Legenda

Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

Reticolo idrico superficiale

Reticolo idrico principale (il tratteggio indica il tratto tominato)

Canali gestiti dal Consorzio Tidone/Trebbia

Aspetti idrogeologici

Pozzi utilizzati per il rilievo freaticometrico Nov-Dic 1977 (Amm.Prov.Piacenza)

Isofreatiche relative rilievo freaticometrico in m.s.l.m anno Nov-Dic 1977 (Amm.Prov.Piacenza)

Intervalli di soggiacenza in m dal p.c.
 0-2m
 2-4m
 4-6m
 6-10m
 >10m

Direzione di deflusso principale della falda

Pozzo idrico alimentante l'acquedotto pubblico e relativa zona di rispetto (R=200 m; DLgs 152/2006)

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
 PROVINCIA DI PIACENZA

Commitenti:
 ENERGY TRADING & SERVICE srl
 LA.PELLEGRINA srl
 BRICCHI AGOSTINO
 MAINI CLAUDIA
 MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Elaborato:

PUA
 Piano Urbanistico Attuativo
 Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

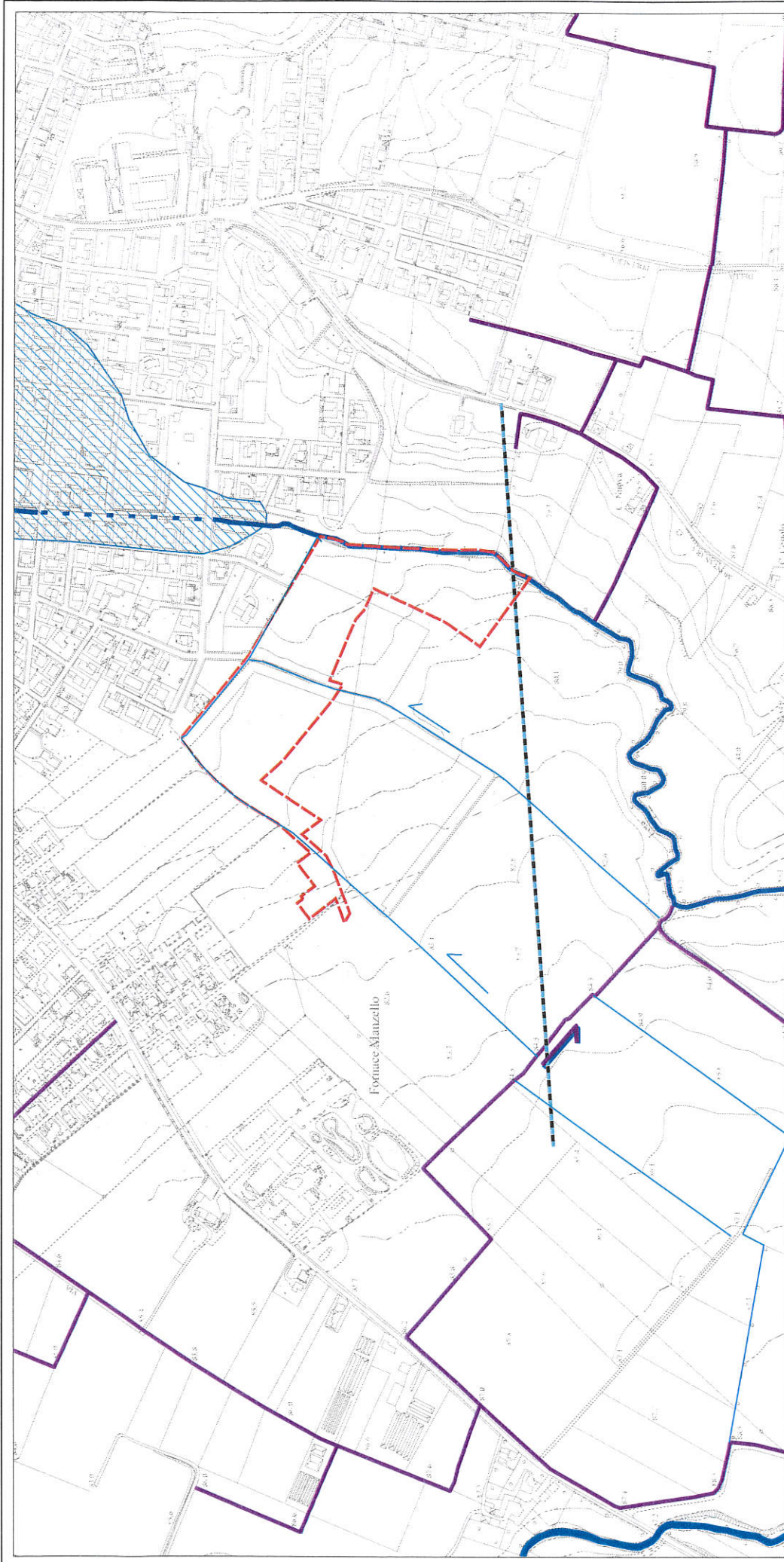
CARTA IDROGEOLOGICA










Studio Geologico Ambientale
 Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@vispafire.it

A cura di:
 Scala: 1:5.000
 Data: dicembre 2015

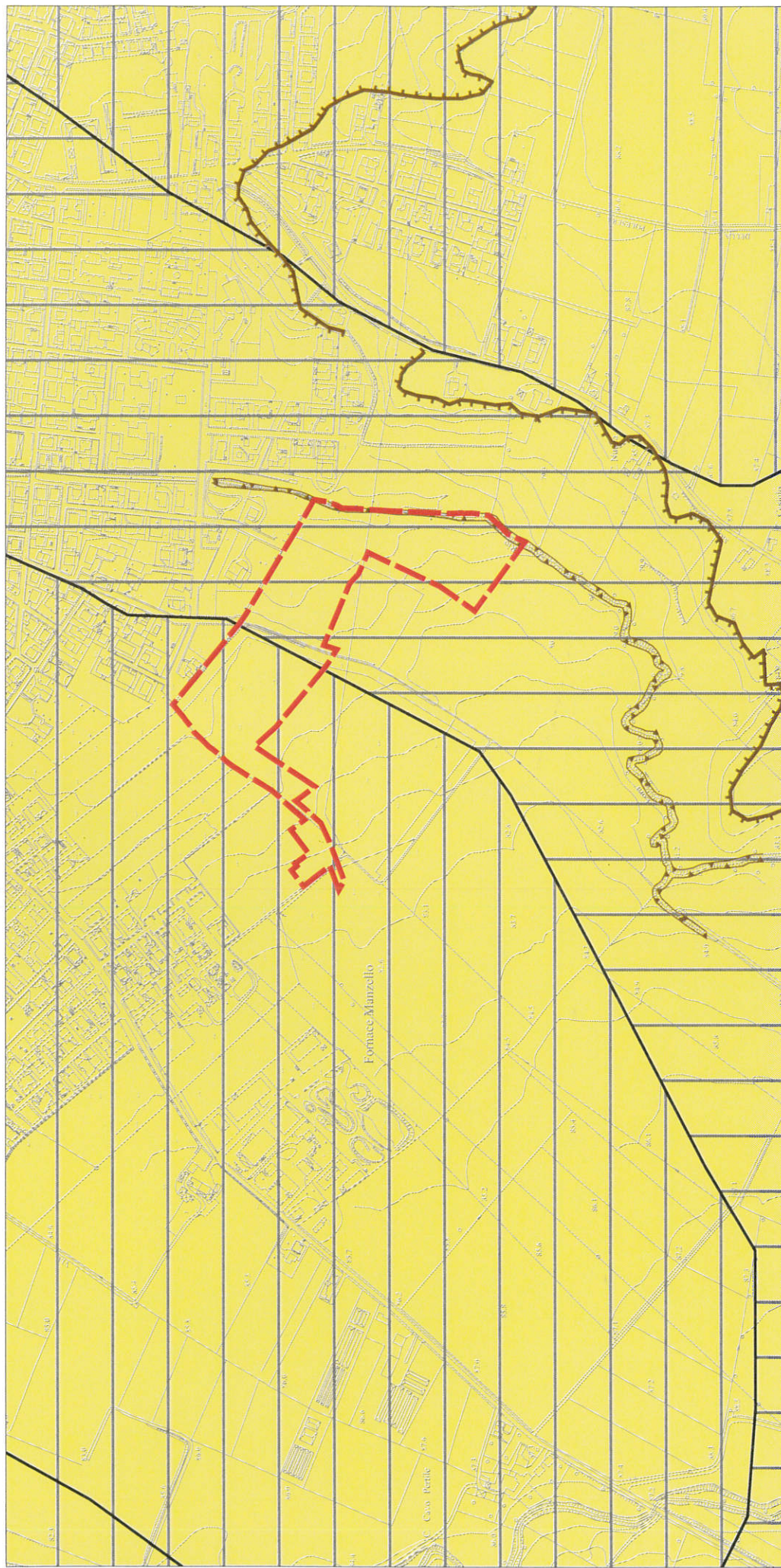
Tavola:
3



Legenda

-  Ambito ANIR 02 Comparto 2.1
-  Condotta idraulica
- Reticolo idrico superficiale**
-  Reticolo idrico principale (il tratteggio indica il tratto tominato)
-  Canali gestiti dal Consorzio di Bonifica di Piacenza
-  Canale di scolo secondario
-  Canale di scolo secondario - tratto tominato
-  Aree già interessate da episodi di esondazione

| | | | |
|---|--|--|------------------|
| COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI PROVINCIA DI PIACENZA | | PUA Piano Urbanistico Attuativo Ambito ANIR 02 Comparto 2.1 | |
| Commitenti : ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl BRICCHI AGOSTINO MAINI CLAUDIA MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO | | RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA | |
| Elaborato: | | CARTA DEGLI ASPETTI IDRAULICI | |
| A cura di: | | Scala: 1:5.000 | Tavola: 4 |
|  Studio Geologico Ambientale Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) | | Data: dicembre 2015 | |
| Tel. 0523/944096 - Fax 0523/944098 E-mail: geo.corbelli@fiscalmel.it | | | |



| | | | |
|---|--|--|---------------------|
| COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI PROVINCIA DI PIACENZA | | PUA Piano Urbanistico Attuativo Ambito ANIR 02 Comparto 2.1 | |
| Commitenti : ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl BRICCHI AGOSTINO MAINI CLAUDIA | | RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA | |
| Elaboratori: MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO | | CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI SISMICI LOCALI | |
| A cura di:  Studio Geologico Ambientale Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) | | Scala: 1:5.000 | Tavola: 5 |
| | | Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096 E-mail: geo.corbelli@tiscali.net | Data: dicembre 2015 |

Legenda

Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

Elementi Morfologici:

- Orlo di scarpata principale
- Orlo di scarpata di erosione fluviale

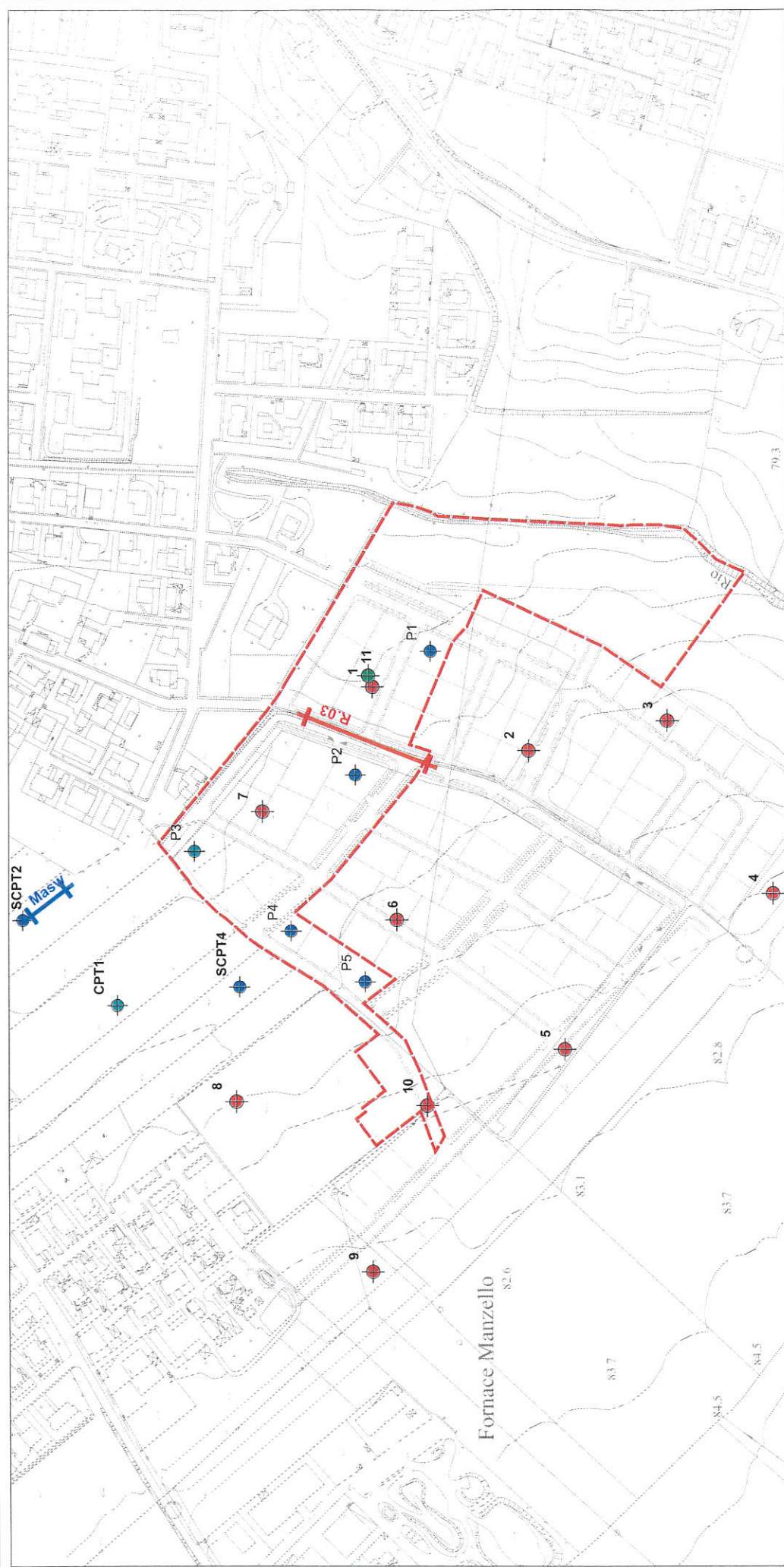
Aree suscettibili di effetti sismici locali

- Conoide alluvionale
 Alternanza di sedimenti da grossolani a fini limoso argillosi.
- Zona intravalliva
 Alternanza di materiali di natura alluvionale. Da fini a grossolani disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore.


EFFETTI ATTESI: amplificazione sismica litologica.

Aree che necessitano dell'analisi semplificata.
 Livello di approfondimento [rif. della A.L. n° 112 2-05-2007]

Area



| | | | |
|---|--|--|--|
| COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI PROVINCIA DI PIACENZA | | PUA Piano Urbanistico Attuativo Ambito ANIR 02 Comparto 2.1 | |
| Comittenti : ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl BRICCHI AGOSTINO MAINI CLAUDIA MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO | | RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA | |
| UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE | | Scala: 1:3.000 Data: dicembre 2015 | |
| A cura di:  Studio Geologico Ambientale Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) (in provincia di Parma) Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096 E-mail: geo.corbelli@itscal.it | | Tavola: 6 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Ambito ANIR 02 Comparto 2.1 |  | Schema lotti PUA |
|  | Indagine geofisica REMI progressa |  | Indagine geofisica MASW progressa |
|  | Ubicazione prova penetrometrica statica CPT eseguita per la presente indagine |  | Ubicazione prova penetrometrica dinamica SCPT eseguita per la presente indagine |
|  | Ubicazione prova penetrometrica statica CPT progressa |  | Ubicazione prova penetrometrica dinamica SCPT progressa |

Legenda

- Prova penetrometrica eseguita per la presente indagine
- Prova penetrometrica pregressa
- Traccia della sezione
- Terreno vegetale
- Ghiaia in matrice argillosa
- Argilla limosa con locali inclusi ghiaiosi

CPT P3

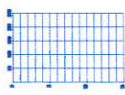
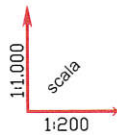
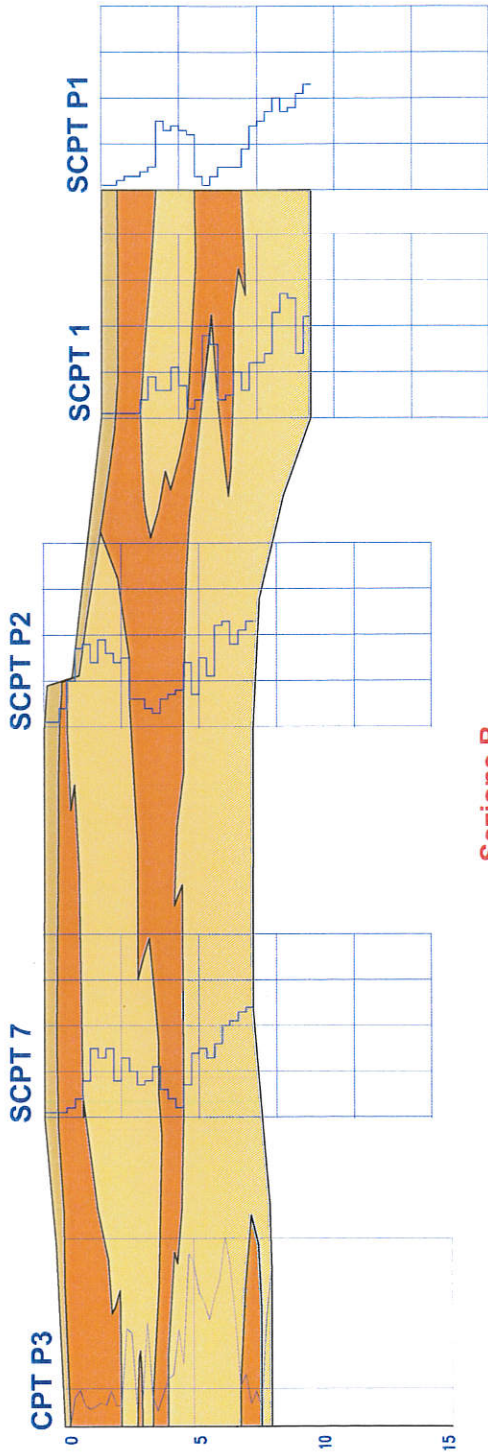


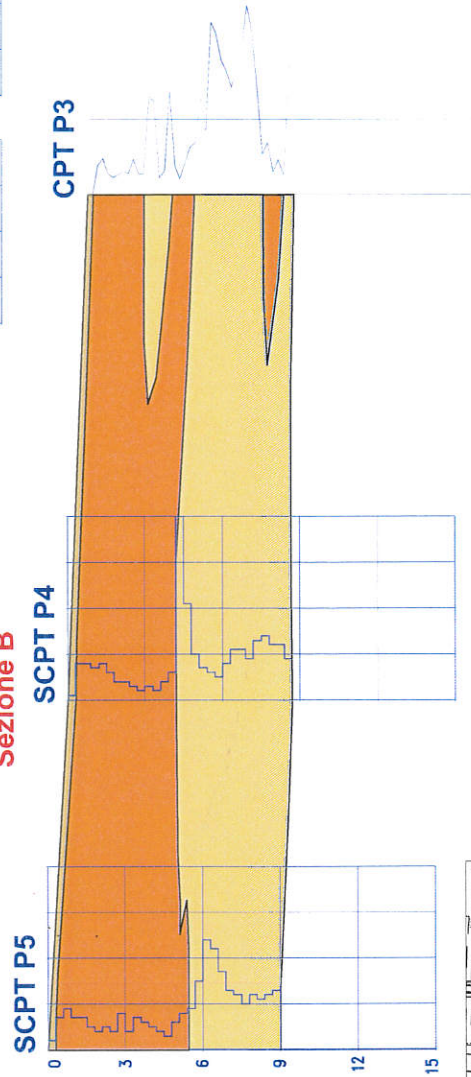
Diagramma prova penetrometrica



Sezione A



Sezione B



Planimetria scala 1:4.000



Elaborato :

SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

Committente : ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO - MAINI CLAUDIA - MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Scala : 1:1.000/1:200

Data : dicembre 2015

Aggiornamento :

A cura di :

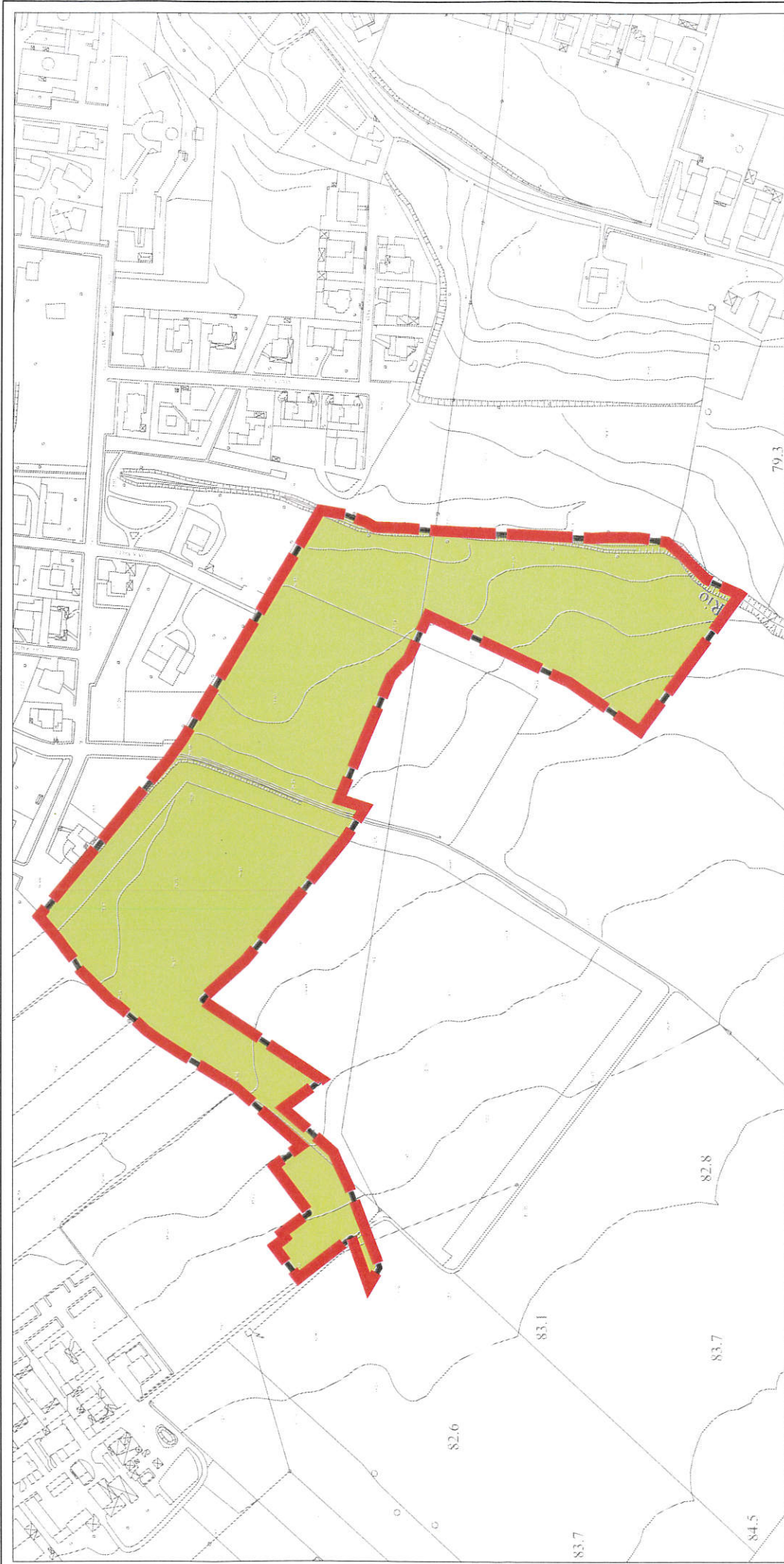


Studio Geologico Ambientale
Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80 - 29017, Fiorenzuola d'Arda (PS) (P.A.)
Tel. 0523/94.0396 - Fax 0523-94.0396
E-mail: geo.corbelli@iscat.it



Tavola :

7



Legenda



Ambito ANIR 02 Comparto 2.1

FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

| Velocità sismica onde di taglio (m/s) | F.A. P.G.A. | F.A. Int. Spettrale 0,1s < To < 0,5s | F.A. Int. Spettrale 0,5s < To < 1,0s | Descrizione |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Vs30 = 295 | 1,6 | 1,8 | 2,4 | Depositi alluvionali di pianura con substrato poco profondo (< 100 m.) - (PIANURA 1) |

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

Comitanti :
ENERGY TRADING & SERVICE srl
LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO
MAINI CLAUDIA
MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Elaborato:

A cura di:



Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80
29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
Tel. 0523944096 - Fax 0523-944096
E-mail: geo.corbelli@tiscali.net

Scala:

1:2.500

Data:

dicembre 2015

Tavola:

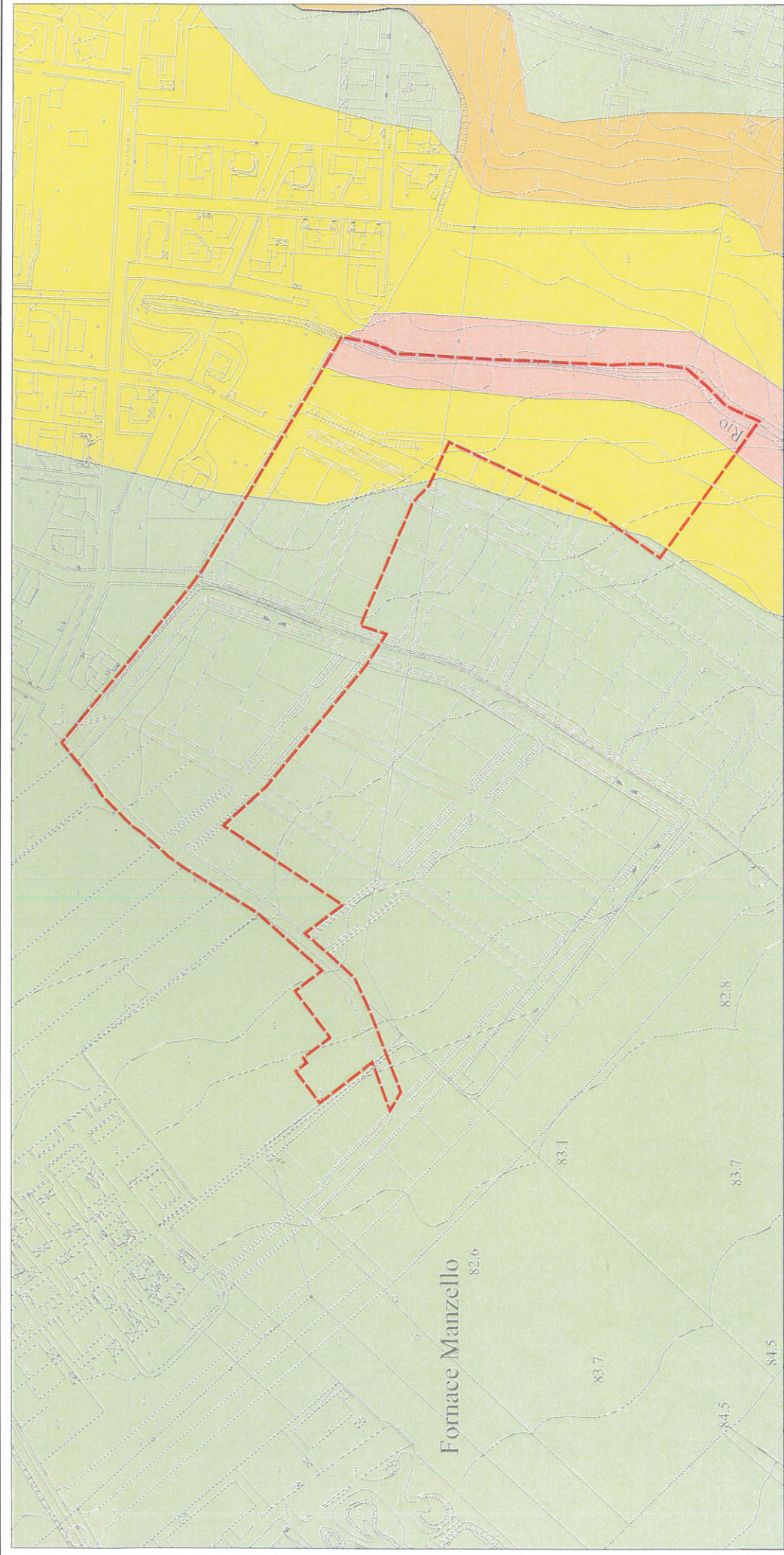
8

PUA

Piano Urbanistico Attuativo
Ambito ANIR 02 Comparto 2.1


RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA


CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA





| | | | |
|---|--|--|--|
| COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI PROVINCIA DI PIACENZA | | PUA Piano Urbanistico Attuativo Ambito ANIR 02 Comparto 2.1 | |
| Commitenti: ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl BRICCHI AGOSTINO MAINI CLAUDIA | | RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA | |
| Elaborato: STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096 E-mail: geo.corbelli@tiscali.net.it | | CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA | |
| A cura di:  Studio Geologico Ambientale Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI Corso Garibaldi, 80 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096 E-mail: geo.corbelli@tiscali.net.it | | Tavola: 9 | |


Legenda


 **Ambito ANIR 02 Comparto 2.1**

 **Fattibilità geologica senza particolari limitazioni**
 Aree caratterizzate da superfici a bassa acclività con andamento sub-parallelamente, cotti limoso argilloso sovrastanti ghiaie a matrice limosa.
 Edificabili con normali tecniche costruttive previo accertamento delle caratteristiche del substrato in funzione dell'assetto e dei possibili cedimenti differenziali connessi ad eterogeneità del substrato. Possibile amplificazione sismologica in caso di sisma.

 **Fattibilità geologica con limitazione relativamente consistenti**
 Aree intravallive con soggegnenza < 2 m.
 Aree caratterizzate da superfici sub-parallelamente, su substrato caratterizzato da alternanze di orizzonti limoso-argilloso e letti ghiaiosi, con soggegnenza della falda freatica < 2 m. Edificabili con normali tecniche costruttive previo accertamento delle caratteristiche del substrato in funzione dell'assetto e dei possibili cedimenti differenziali connessi ad eterogeneità del substrato. Possibile amplificazione sismologica in caso di sisma.

 **Fattibilità geologica con gravi limitazioni**
 Aree caratterizzate da superfici mediamente acclive, impostate su cotti limoso argilloso di potenza variabile, sovrastanti ghiaie a matrice limosa. Edificabilità ammessa previo accertamento geologico appropriato di livello a verificare la non interferenza degli interventi con la stabilità dei pendii. Le costruzioni sono da realizzare in modo da evitare l'impedimento della drenatura delle acque, onde evitare l'innalzamento di fenomeni erosivi che potrebbero provocare un'erosione delle scarpate morfologiche.

 **Fattibilità geologica con elevato rischio di esondazione**
 Aree corrispondenti alle fasce fluviali classificate come B del PAI e B2 e B3 del PTCP. Edificabilità preclusa, limitati interventi sul patrimonio edilizio esistente secondo la normativa PAI e PTCP.

 **Schema lotti in progetto**

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

PUA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
AMBITO ANIR 02 COMPARTO 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

Elaborato :

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Committenti :

ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO - MAINI CLAUDIA - MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Aggiornamento :

dicembre 2015

A cura di :



Studio Geologico Ambientale
Dr.Geol. GABRIELE CORBELLI
Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
E-mail: geo.corbelli@tiscali.it



Allegato :

1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P1
TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 4,20 m. da p.c.

Note :

data : 20/11/2015

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 0,00 - 0,30 | 1 | |
| 0,30 - 0,60 | 1 | |
| 0,60 - 0,90 | 2 | |
| 0,90 - 1,20 | 3 | |
| 1,20 - 1,50 | 3 | |
| 1,50 - 1,80 | 4 | |
| 1,80 - 2,10 | 5 | |
| 2,10 - 2,40 | 15 | |
| 2,40 - 2,70 | 13 | |
| 2,70 - 3,00 | 14 | |
| 3,00 - 3,30 | 13 | |
| 3,30 - 3,60 | 12 | |
| 3,60 - 3,90 | 3 | |
| 3,90 - 4,20 | 1 | |
| 4,20 - 4,50 | 3 | |
| 4,50 - 4,80 | 5 | |
| 4,80 - 5,10 | 5 | |
| 5,10 - 5,40 | 5 | |
| 5,40 - 5,70 | 9 | |
| 5,70 - 6,00 | 14 | |
| 6,00 - 6,30 | 15 | |
| 6,30 - 6,60 | 17 | |
| 6,60 - 6,90 | 20 | |
| 6,90 - 7,20 | 17 | |
| 7,20 - 7,50 | 18 | |
| 7,50 - 7,80 | 21 | |
| 7,80 - 8,10 | 23 | |
| 8,10 - 8,40 | | |
| 8,40 - 8,70 | | |
| 8,70 - 9,00 | | |
| 9,00 - 9,30 | | |
| 9,30 - 9,60 | | |
| 9,60 - 9,90 | | |
| 9,90 - 10,20 | | |
| 10,20 - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 10,50 - 10,80 | | |
| 10,80 - 11,10 | | |
| 11,10 - 11,40 | | |
| 11,40 - 11,70 | | |
| 11,70 - 12,00 | | |
| 12,00 - 12,30 | | |
| 12,30 - 12,60 | | |
| 12,60 - 12,90 | | |
| 12,90 - 13,20 | | |
| 13,20 - 13,50 | | |
| 13,50 - 13,80 | | |
| 13,80 - 14,10 | | |
| 14,10 - 14,40 | | |
| 14,40 - 14,70 | | |
| 14,70 - 15,00 | | |
| 15,00 - 15,30 | | |
| 15,30 - 15,60 | | |
| 15,60 - 15,90 | | |
| 15,90 - 16,20 | | |
| 16,20 - 16,50 | | |
| 16,50 - 16,80 | | |
| 16,80 - 17,10 | | |
| 17,10 - 17,40 | | |
| 17,40 - 17,70 | | |
| 17,70 - 18,00 | | |
| 18,00 - 18,30 | | |
| 18,30 - 18,60 | | |
| 18,60 - 18,90 | | |
| 18,90 - 19,20 | | |
| 19,20 - 19,50 | | |
| 19,50 - 19,80 | | |
| 19,80 - 20,10 | | |
| 20,10 - 20,40 | | |
| 20,40 - 20,70 | | |
| 20,70 - 21,00 | | |

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P1

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

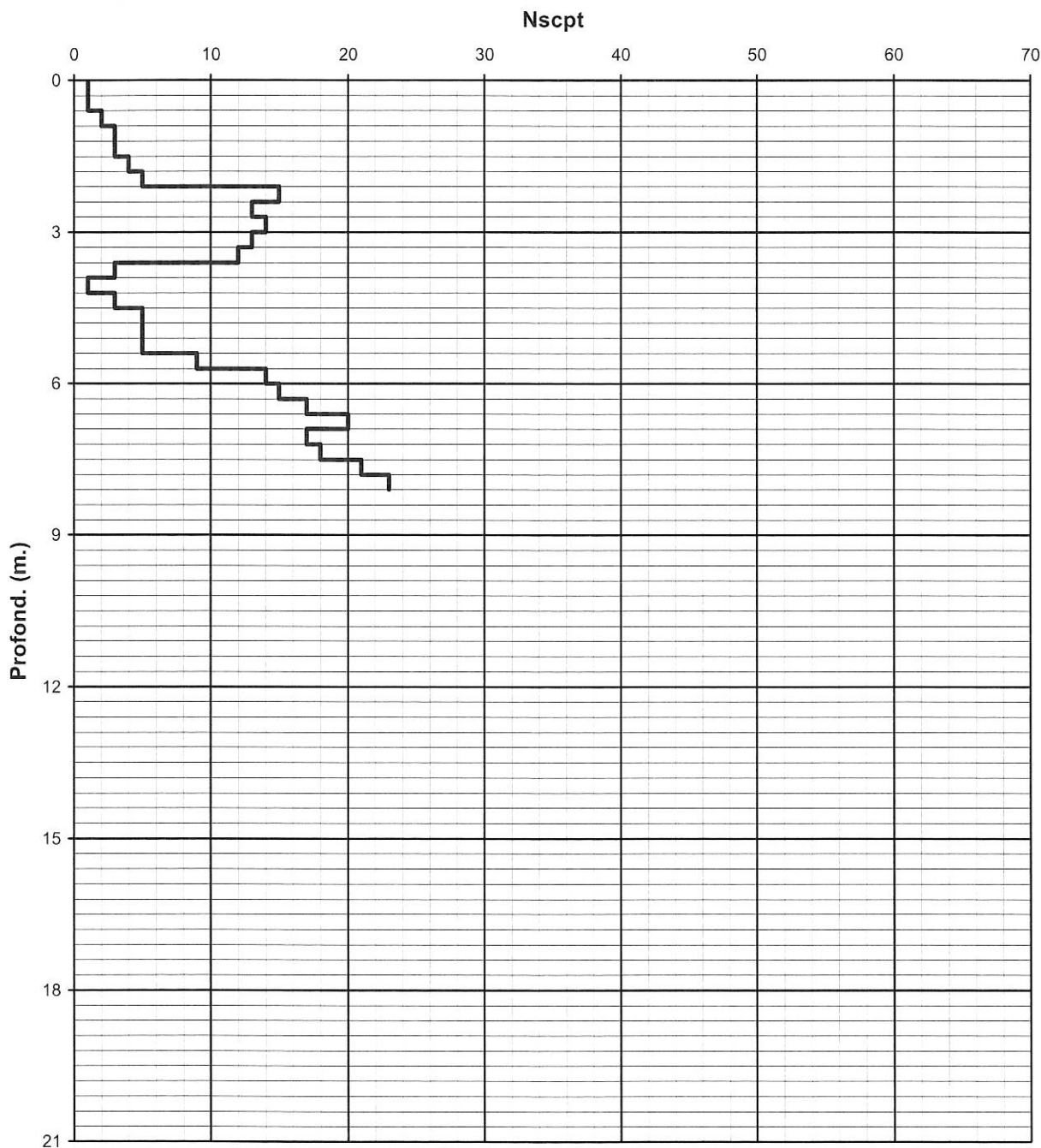
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 4,20 m.

Note :

data : 20/11/2015

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P1

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2.1

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 4,20 m.

data : 20/11/2015

| Profond. | Nscpt | β | Nspt | $\sigma'v$ (kg/cm ²) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm ²) | E Webb1 (kg/cm ²) | E Webb2 (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | FSL | Cu (Terz.) (kg/cm ²) | Cu (DM7-bp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-mp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-ap) (kg/cm ²) | Eu (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | |
|-------------|-------|---------|------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----|--|---|---|---|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 0,00 - 0,90 | 1,3 | 2,00 | 3 | 0,08 | | | | | | | | | | | | | 0,17 | 0,10 | 0,20 | 0,33 | 85 | 26 | |
| 0,90 - 2,10 | 3,4 | 1,80 | 6 | 0,28 | 48 | 40 | 28,53 | 33,67 | 36,16 | 38,55 | 41,24 | 234 | 35 | 101 | 165 | 2,0 | 0,40 | 0,46 | 0,76 | 198 | 61 | | |
| 2,10 - 3,60 | 12,7 | 1,50 | 19 | 0,53 | 83 | 68 | 32,72 | 37,53 | 39,33 | 41,31 | 43,45 | 332 | 76 | 163 | 282 | 5,0 | | | | | | | |
| 3,60 - 4,50 | 2,3 | 2,00 | 5 | 0,75 | 32 | 22 | 28,04 | 31,05 | 34,01 | 36,68 | 39,75 | 222 | 30 | 94 | 152 | 1,1 | 0,30 | 0,17 | 0,35 | 0,58 | 150 | 46 | |
| 4,50 - 5,40 | 5 | 1,80 | 9 | 0,86 | 46 | 32 | 29,25 | 32,47 | 35,17 | 37,69 | 40,55 | 256 | 44 | 115 | 191 | 1,6 | | | | | | | |
| 5,40 - 8,10 | 17,1 | 1,50 | 26 | 1,06 | 80 | 58 | 34,70 | 36,16 | 38,20 | 40,33 | 42,66 | 382 | 97 | 195 | 341 | 4,0 | 1,67 | 0,96 | 1,93 | 3,21 | 835 | 257 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nscpt : numero colpi punta SCPT

β : coeff. di correlazione SCPT-SPT

Nspt : numero colpi SPT

$\sigma'v$: pressione litostatica

DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)

DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)

ϕ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)

ϕ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.

ϕ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.

ϕ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.

ϕ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E D'Apoll.

E Webb1

E Webb2

Mo

Cu (Terz.)

Cu (DM7-bp)

Cu (DM7-mp)

Cu (DM7-ap)

Mo

Eu

FSL

: modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa

: modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia

: coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.

: modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)

: modulo deformazione elastico (correlato a Cu)

: rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P2

TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 4,50 m. da p.c.

Note :

data : 20/11/2015

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 0,00 - 0,30 | 1 | |
| 0,30 - 0,60 | 1 | |
| 0,60 - 0,90 | 4 | |
| 0,90 - 1,20 | 10 | |
| 1,20 - 1,50 | 17 | |
| 1,50 - 1,80 | 18 | |
| 1,80 - 2,10 | 14 | |
| 2,10 - 2,40 | 19 | |
| 2,40 - 2,70 | 16 | |
| 2,70 - 3,00 | 14 | |
| 3,00 - 3,30 | 15 | |
| 3,30 - 3,60 | 6 | |
| 3,60 - 3,90 | 6 | |
| 3,90 - 4,20 | 4 | |
| 4,20 - 4,50 | 3 | |
| 4,50 - 4,80 | 6 | |
| 4,80 - 5,10 | 7 | |
| 5,10 - 5,40 | 8 | |
| 5,40 - 5,70 | 14 | |
| 5,70 - 6,00 | 7 | |
| 6,00 - 6,30 | 15 | |
| 6,30 - 6,60 | 11 | |
| 6,60 - 6,90 | 22 | |
| 6,90 - 7,20 | 23 | |
| 7,20 - 7,50 | 18 | |
| 7,50 - 7,80 | 21 | |
| 7,80 - 8,10 | 23 | |
| 8,10 - 8,40 | | |
| 8,40 - 8,70 | | |
| 8,70 - 9,00 | | |
| 9,00 - 9,30 | | |
| 9,30 - 9,60 | | |
| 9,60 - 9,90 | | |
| 9,90 - 10,20 | | |
| 10,20 - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 10,50 - 10,80 | | |
| 10,80 - 11,10 | | |
| 11,10 - 11,40 | | |
| 11,40 - 11,70 | | |
| 11,70 - 12,00 | | |
| 12,00 - 12,30 | | |
| 12,30 - 12,60 | | |
| 12,60 - 12,90 | | |
| 12,90 - 13,20 | | |
| 13,20 - 13,50 | | |
| 13,50 - 13,80 | | |
| 13,80 - 14,10 | | |
| 14,10 - 14,40 | | |
| 14,40 - 14,70 | | |
| 14,70 - 15,00 | | |
| 15,00 - 15,30 | | |
| 15,30 - 15,60 | | |
| 15,60 - 15,90 | | |
| 15,90 - 16,20 | | |
| 16,20 - 16,50 | | |
| 16,50 - 16,80 | | |
| 16,80 - 17,10 | | |
| 17,10 - 17,40 | | |
| 17,40 - 17,70 | | |
| 17,70 - 18,00 | | |
| 18,00 - 18,30 | | |
| 18,30 - 18,60 | | |
| 18,60 - 18,90 | | |
| 18,90 - 19,20 | | |
| 19,20 - 19,50 | | |
| 19,50 - 19,80 | | |
| 19,80 - 20,10 | | |
| 20,10 - 20,40 | | |
| 20,40 - 20,70 | | |
| 20,70 - 21,00 | | |

Nscpt : n° colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P2

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

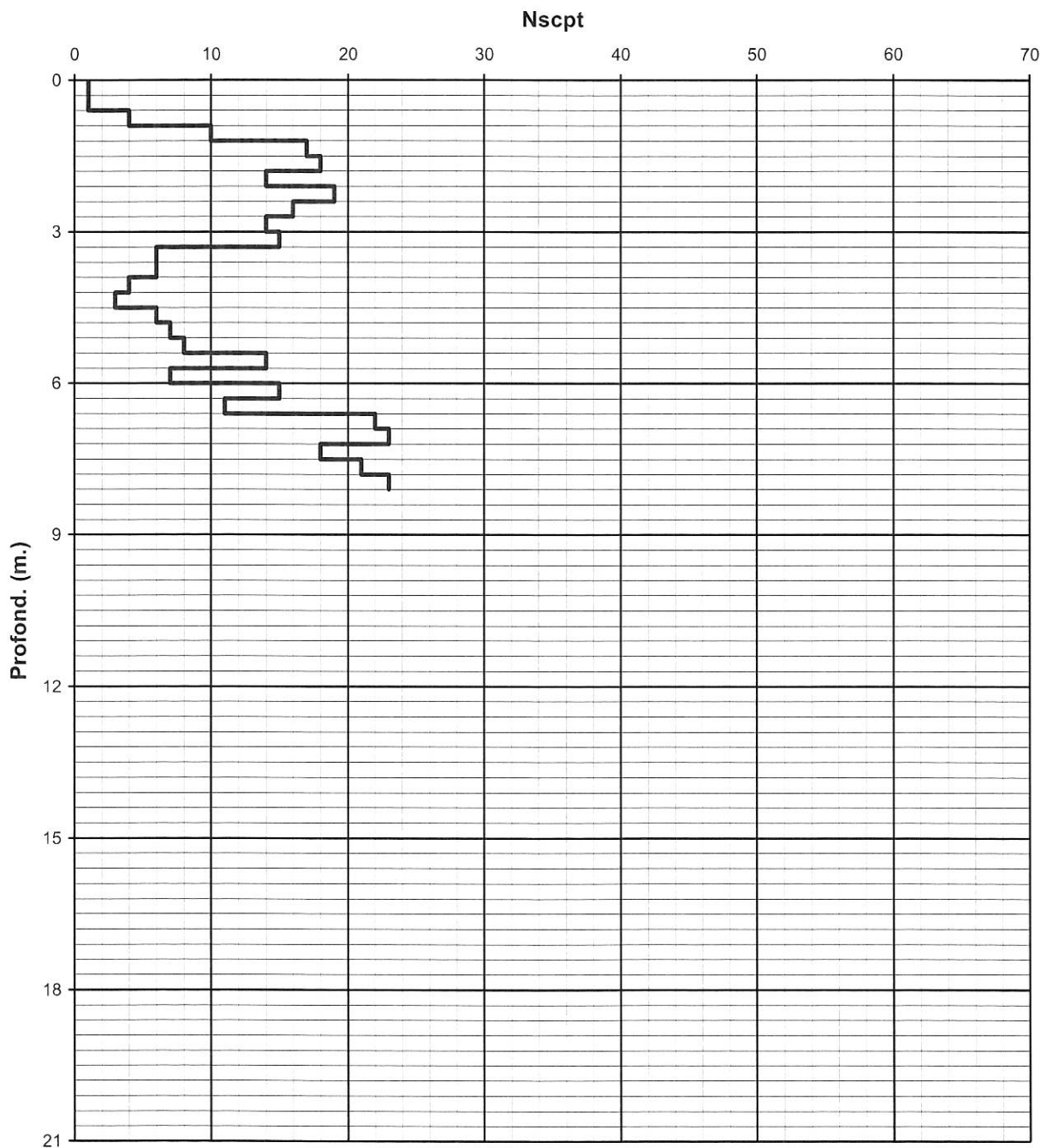
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 4,50 m.

Note :

data : 20/11/2015

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P2

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 4,50 m.

data : 20/11/2015

| Profond. | Nspt | β | Nspt | σ_v' (kg/cm ²) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm ²) | E Webb1 (kg/cm ²) | E Webb2 (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | FSL | Cu (Terz.) (kg/cm ²) | Cu (DM7-bp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-mp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-ap) (kg/cm ²) | Eu (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | |
|-------------|------|---------|------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----|--|---|---|---|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 0,00 - 1,50 | 1 | 2,00 | 2 | 0,14 | | | | | | | | | | | | | 0,13 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 65 | 20 | |
| 1,50 - 1,80 | 4 | 1,80 | 7 | 0,31 | | | | | | | | | | | | | 0,47 | 0,27 | 0,54 | 0,90 | 234 | 72 | |
| 1,80 - 3,30 | 12,7 | 1,50 | 19 | 0,47 | 85 | 70 | 32,72 | 37,80 | 39,55 | 41,50 | 43,60 | 332 | 76 | 163 | 282 | 5,5 | | | | | | | |
| 3,30 - 3,90 | 6 | 1,80 | 11 | 0,67 | 54 | 44 | 29,70 | 34,15 | 36,55 | 38,89 | 41,51 | 269 | 50 | 123 | 208 | 2,4 | 0,70 | 0,81 | 1,35 | 351 | 108 | | |
| 3,90 - 4,50 | 3,5 | 1,80 | 6 | 0,78 | 40 | 27 | 28,58 | 31,76 | 34,59 | 37,19 | 40,15 | 235 | 36 | 102 | 167 | 1,3 | 0,41 | 0,47 | 0,79 | 205 | 63 | | |
| 4,50 - 5,10 | 6,3 | 1,80 | 11 | 0,87 | 52 | 36 | 29,84 | 33,01 | 35,62 | 38,08 | 40,87 | 273 | 52 | 126 | 212 | 2,1 | 0,73 | 0,85 | 1,41 | 367 | 113 | | |
| 5,10 - 6,60 | 11 | 1,50 | 17 | 0,98 | 66 | 47 | 31,95 | 34,57 | 36,90 | 39,20 | 41,76 | 312 | 68 | 151 | 258 | 2,7 | | | | | | | |
| 6,60 - 8,10 | 19,7 | 1,50 | 30 | 1,15 | 97 | 72 | 38,82 | 38,05 | 39,76 | 41,68 | 43,74 | 411 | 109 | 213 | 376 | 4,8 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nspt : numero colpi punta SCPT

β : coeff. di correlazione SCPT-SPT

Nspt : numero colpi SPT

σ_v' : pressione litostatica

DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)

DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)

ϕ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)

ϕ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.

ϕ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.

ϕ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.

ϕ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E D'Apoll.

E Webb1

E Webb2

Mo

Cu (Terz.)

Cu (DM7-bp)

Cu (DM7-mp)

Cu (DM7-ap)

Mo

Eu

FSL

: modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia saturo

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa

: modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia

: coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.

: modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)

: modulo deformazione elastico (correlato a Cu)

: rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

PROVA PENETROM. STATICA CPT P3 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - avan. 2cm/s - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10,00

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

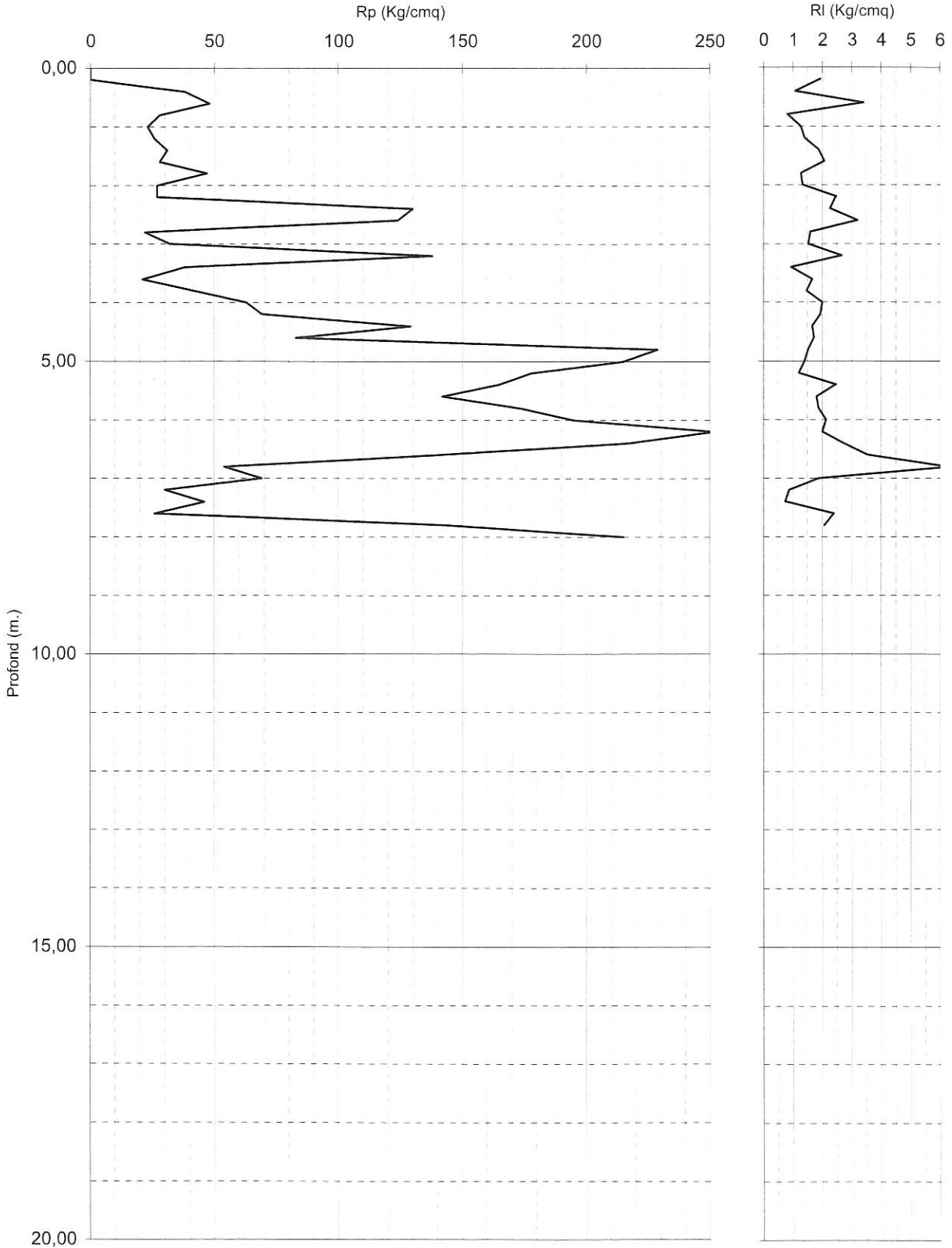
quota inizio p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda 5,50 da quota inizio

Note : -

data : 04/11/2015



PROVA PENETROM. STATICA CPT P3 VALUTAZIONI LITOLOGICHE

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - avan. 2cm/s - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10,00

Cantierc PUA - ANIP 02 Comparto 2,1

quota inizio : 9,20

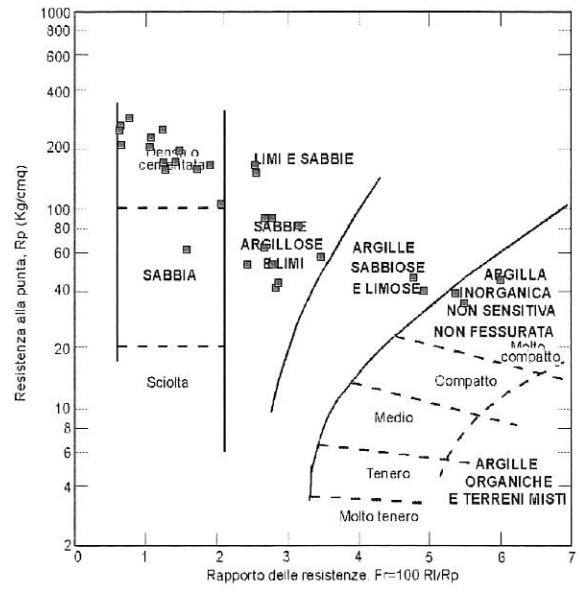
Località Castel San Giovanni

prof. falda : 5,50 da quota inizio

Note :

data : 04/11/2015

| Profond. | | Rp | Rl | Rp/Rl | FR | Litologia | |
|----------|-------|----------|----------|-------|----|--------------------------|-------------|
| | | (kg/cm2) | (kg/cm2) | | | Begemann | Schmertmann |
| 0.00 - | 0.20 | | | | | | |
| 0.20 - | 0.40 | | | | | | |
| 0.40 - | 0.60 | 38 | 67 | 36 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 0.60 - | 0.80 | 48 | 64 | 14 | 7 | argilla org. - torba | |
| 0.80 - | 1.00 | 28 | 79 | 35 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 1.00 - | 1.20 | 23 | 35 | 18 | 6 | limo e argilla inorg. | |
| 1.20 - | 1.40 | 26 | 45 | 19 | 5 | limo e argilla inorg. | |
| 1.40 - | 1.60 | 31 | 52 | 17 | 6 | limo e argilla inorg. | |
| 1.60 - | 1.80 | 28 | 56 | 14 | 7 | argilla org. - torba | |
| 1.80 - | 2.00 | 47 | 78 | 37 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 2.00 - | 2.20 | 27 | 46 | 20 | 5 | limo e argilla inorg. | |
| 2.20 - | 2.40 | 27 | 47 | 11 | 9 | argilla org. - torba | |
| 2.40 - | 2.60 | 130 | 167 | 57 | 2 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 2.60 - | 2.80 | 124 | 158 | 39 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 2.80 - | 3.00 | 22 | 70 | 14 | 7 | argilla org. - torba | |
| 3.00 - | 3.20 | 32 | 56 | 21 | 5 | limo e argilla inorg. | |
| 3.20 - | 3.40 | 138 | 161 | 52 | 2 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 3.40 - | 3.60 | 38 | 78 | 41 | 2 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 3.60 - | 3.80 | 21 | 35 | 13 | 8 | argilla org. - torba | |
| 3.80 - | 4.00 | 42 | 67 | 29 | 3 | limo e argilla inorg. | |
| 4.00 - | 4.20 | 63 | 85 | 32 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 4.20 - | 4.40 | 69 | 99 | 36 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 4.40 - | 4.60 | 129 | 158 | 77 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 4.60 - | 4.80 | 83 | 108 | 48 | 2 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 4.80 - | 5.00 | 229 | 255 | 149 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 5.00 - | 5.20 | 215 | 238 | 154 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 5.20 - | 5.40 | 178 | 199 | 148 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 5.40 - | 5.60 | 165 | 183 | 67 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 5.60 - | 5.80 | 142 | 179 | 79 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 5.80 - | 6.00 | 174 | 201 | 93 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 6.00 - | 6.20 | 195 | 223 | 91 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 6.20 - | 6.40 | 252 | 284 | 126 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 6.40 - | 6.60 | 217 | 247 | 79 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 6.60 - | 6.80 | 138 | 179 | 39 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 6.80 - | 7.00 | 54 | 107 | 9 | 12 | argilla org. - torba | |
| 7.00 - | 7.20 | 69 | 164 | 37 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 7.20 - | 7.40 | 30 | 58 | 35 | 3 | limo sabb. - sabbia lim. | |
| 7.40 - | 7.60 | 46 | 59 | 63 | 2 | sabbia - sabbia gh. | |
| 7.60 - | 7.80 | 26 | 37 | 11 | 9 | argilla org. - torba | |
| 7.80 - | 8.00 | 143 | 179 | 69 | 1 | sabbia - sabbia gh. | |
| 8.00 - | 8.20 | 215 | 246 | | | | |
| 8.20 - | 8.40 | | | | | | |
| 8.40 - | 8.60 | | | | | | |
| 8.60 - | 8.80 | | | | | | |
| 8.80 - | 9.00 | | | | | | |
| 9.00 - | 9.20 | | | | | | |
| 9.20 - | 9.40 | | | | | | |
| 9.40 - | 9.60 | | | | | | |
| 9.60 - | 9.80 | | | | | | |
| 9.80 - | 10.00 | | | | | | |
| 10.00 - | 10.20 | | | | | | |
| 10.20 - | 10.40 | | | | | | |
| 10.40 - | 10.60 | | | | | | |
| 10.60 - | 10.80 | | | | | | |
| 10.80 - | 11.00 | | | | | | |
| 11.00 - | 11.20 | | | | | | |
| 11.20 - | 11.40 | | | | | | |
| 11.40 - | 11.60 | | | | | | |
| 11.60 - | 11.80 | | | | | | |
| 11.80 - | 12.00 | | | | | | |
| 12.00 - | 12.20 | | | | | | |
| 12.20 - | 12.40 | | | | | | |
| 12.40 - | 12.60 | | | | | | |
| 12.60 - | 12.80 | | | | | | |
| 12.80 - | 13.00 | | | | | | |
| 13.00 - | 13.20 | | | | | | |
| 13.20 - | 13.40 | | | | | | |
| 13.40 - | 13.60 | | | | | | |
| 13.60 - | 13.80 | | | | | | |
| 13.80 - | 14.00 | | | | | | |
| 14.00 - | 14.20 | | | | | | |
| 14.20 - | 14.40 | | | | | | |
| 14.40 - | 14.60 | | | | | | |
| 14.60 - | 14.80 | | | | | | |
| 14.80 - | 15.00 | | | | | | |
| 15.00 - | 15.20 | | | | | | |



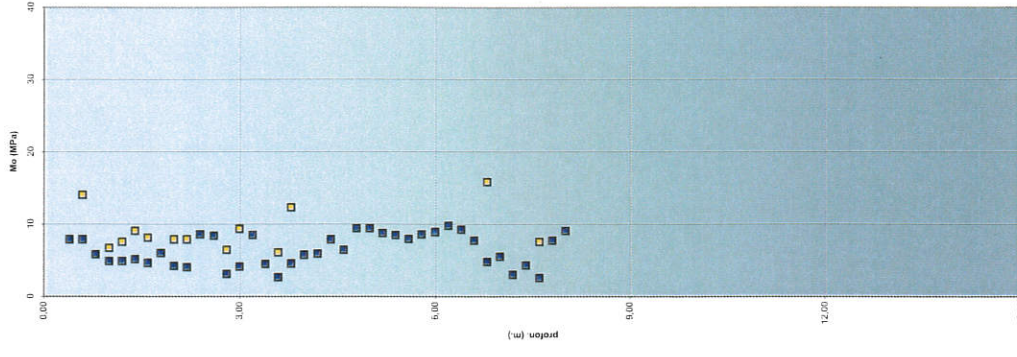
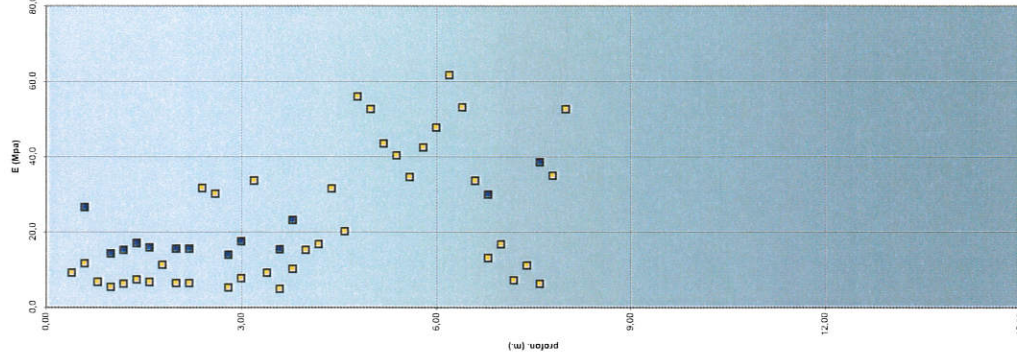
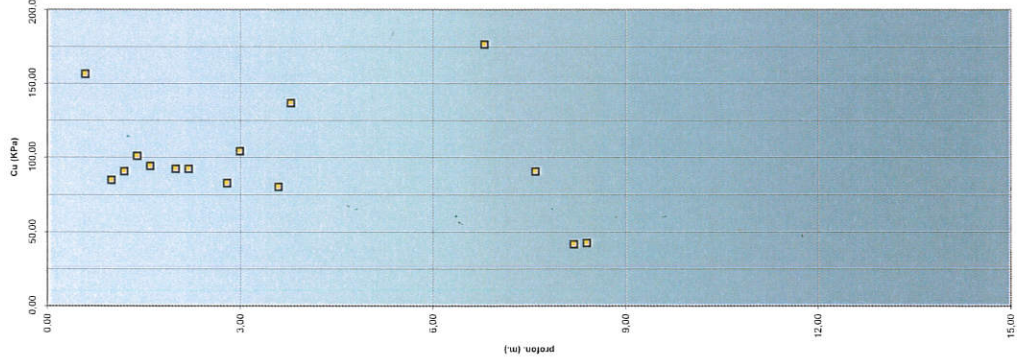
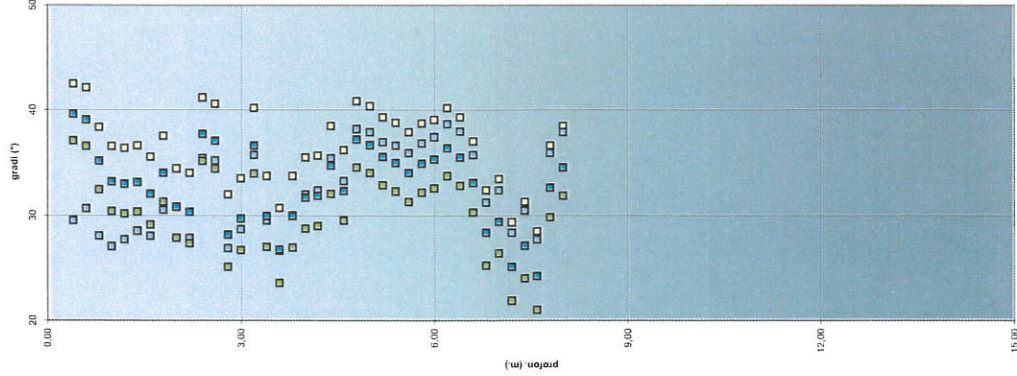
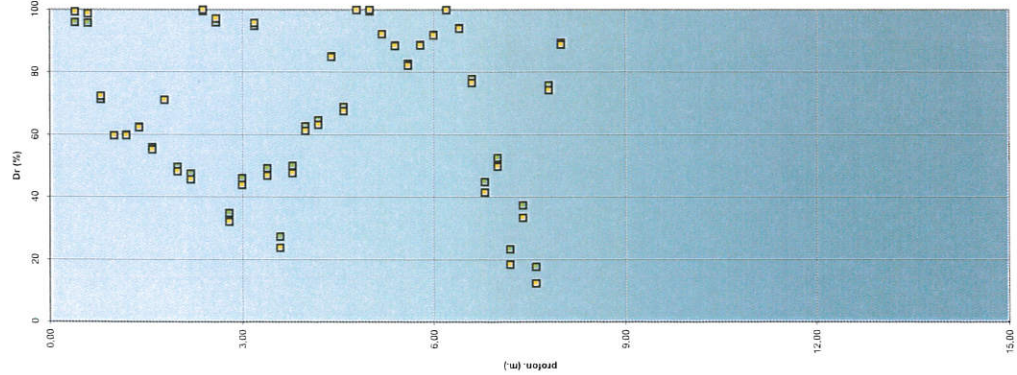
PROVA PENETROM. STATICA CPT P3 PARAMETRI GEOTECNICI DIAGRAMMI

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - avan. 2cm/s - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10,00

Cantilete : EVA - ANIR 02 Comparto 2,1
Località : Castel San Giovanni

quota inizi-P.c. :
prof. falda : 5,50 m. da quota inizio
data : 04/11/2015

Note :



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P4

TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 6,60 m. da p.c.

Note :

data : 20/11/2015

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 0,00 - 0,30 | 1 | |
| 0,30 - 0,60 | 8 | |
| 0,60 - 0,90 | 8 | |
| 0,90 - 1,20 | 7 | |
| 1,20 - 1,50 | 8 | |
| 1,50 - 1,80 | 6 | |
| 1,80 - 2,10 | 4 | |
| 2,10 - 2,40 | 4 | |
| 2,40 - 2,70 | 3 | |
| 2,70 - 3,00 | 2 | |
| 3,00 - 3,30 | 3 | |
| 3,30 - 3,60 | 2 | |
| 3,60 - 3,90 | 4 | |
| 3,90 - 4,20 | 6 | |
| 4,20 - 4,50 | 40 | |
| 4,50 - 4,80 | 21 | |
| 4,80 - 5,10 | 10 | |
| 5,10 - 5,40 | 7 | |
| 5,40 - 5,70 | 6 | |
| 5,70 - 6,00 | 5 | |
| 6,00 - 6,30 | 8 | |
| 6,30 - 6,60 | 11 | |
| 6,60 - 6,90 | 11 | |
| 6,90 - 7,20 | 9 | |
| 7,20 - 7,50 | 13 | |
| 7,50 - 7,80 | 14 | |
| 7,80 - 8,10 | 12 | |
| 8,10 - 8,40 | 12 | |
| 8,40 - 8,70 | 9 | |
| 8,70 - 9,00 | | |
| 9,00 - 9,30 | | |
| 9,30 - 9,60 | | |
| 9,60 - 9,90 | | |
| 9,90 - 10,20 | | |
| 10,20 - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 10,50 - 10,80 | | |
| 10,80 - 11,10 | | |
| 11,10 - 11,40 | | |
| 11,40 - 11,70 | | |
| 11,70 - 12,00 | | |
| 12,00 - 12,30 | | |
| 12,30 - 12,60 | | |
| 12,60 - 12,90 | | |
| 12,90 - 13,20 | | |
| 13,20 - 13,50 | | |
| 13,50 - 13,80 | | |
| 13,80 - 14,10 | | |
| 14,10 - 14,40 | | |
| 14,40 - 14,70 | | |
| 14,70 - 15,00 | | |
| 15,00 - 15,30 | | |
| 15,30 - 15,60 | | |
| 15,60 - 15,90 | | |
| 15,90 - 16,20 | | |
| 16,20 - 16,50 | | |
| 16,50 - 16,80 | | |
| 16,80 - 17,10 | | |
| 17,10 - 17,40 | | |
| 17,40 - 17,70 | | |
| 17,70 - 18,00 | | |
| 18,00 - 18,30 | | |
| 18,30 - 18,60 | | |
| 18,60 - 18,90 | | |
| 18,90 - 19,20 | | |
| 19,20 - 19,50 | | |
| 19,50 - 19,80 | | |
| 19,80 - 20,10 | | |
| 20,10 - 20,40 | | |
| 20,40 - 20,70 | | |
| 20,70 - 21,00 | | |

Nscpt : n° colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P4

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

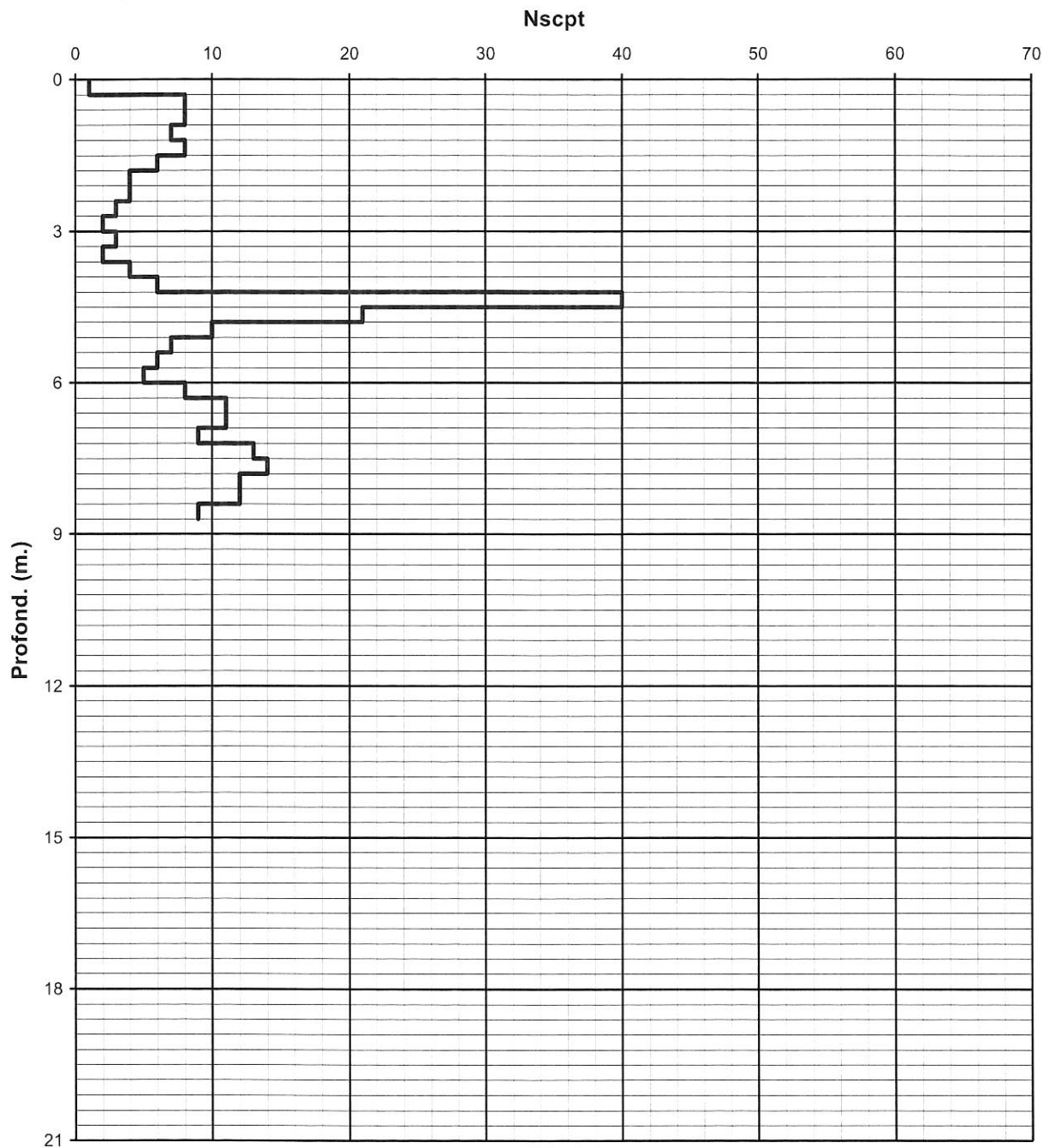
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 6,60 m.

Note :

data : 20/11/2015

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P4

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 6,60 m.

data : 20/11/2015

| Profond. | Nscpt | β | Nspst | σv' (kg/cm2) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm2) | E Webb1 (kg/cm2) | E Webb2 (kg/cm2) | Mo (kg/cm2) | FSL | Cu (Terz.) (kg/cm2) | Cu (DM7-bp) (kg/cm2) | Cu (DM7-mp) (kg/cm2) | Cu (DM7-ap) (kg/cm2) | Eu (kg/cm2) | Mo (kg/cm2) |
|-------------|-------|------|-------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|----------------|-----|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 - 0,30 | 1 | 2,00 | 2 | 0,03 | | | | | | | | | | | | | 0,13 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 65 | 20 |
| 0,30 - 1,80 | 6,7 | 1,50 | 10 | 0,19 | 70 | 60 | 30,02 | 36,42 | 38,42 | 40,52 | 42,81 | 264 | 48 | 120 | 201 | 3,5 | 0,66 | 0,38 | 0,76 | 1,26 | 328 | 101 |
| 1,80 - 4,20 | 3,5 | 1,80 | 6 | 0,56 | | | | | | | | | | | | | 0,41 | 0,24 | 0,47 | 0,79 | 205 | 63 |
| 4,20 - 5,10 | 16,8 | 1,50 | 25 | 0,86 | 84 | 59 | 34,56 | 36,19 | 38,23 | 40,35 | 42,68 | 378 | 95 | 192 | 336 | 5,4 | | | | | | |
| 5,10 - 6,00 | 6 | 1,80 | 11 | 1,03 | 48 | 35 | 29,70 | 32,84 | 35,48 | 37,96 | 40,77 | 269 | 50 | 123 | 208 | 1,9 | 0,70 | 0,41 | 0,81 | 1,35 | 351 | 108 |
| 6,00 - 8,70 | 11 | 1,50 | 17 | 1,30 | 60 | 46 | 31,95 | 34,44 | 36,79 | 39,10 | 41,68 | 312 | 68 | 151 | 258 | 2,7 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nscpt : numero colpi punta SCPT
β : coeff. di correlazione SCPT-SPT
Nspst : numero colpi SPT
σv' : pressione litostatica
DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)
DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)
φ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)
φ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.
φ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.
φ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.
φ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC
E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia saturata
E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa
Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia
Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)
Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.
Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.
Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.
Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)
Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)
FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P5

TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 7,50 m. da p.c.

Note :

data : 20/11/2015

| Profond. (m.) | | Nscpt | N' |
|------------------|---------|-------|----|
| 0,00 | - 0,30 | 2 | |
| 0,30 | - 0,60 | 7 | |
| 0,60 | - 0,90 | 9 | |
| 0,90 | - 1,20 | 7 | |
| 1,20 | - 1,50 | 7 | |
| 1,50 | - 1,80 | 5 | |
| 1,80 | - 2,10 | 4 | |
| 2,10 | - 2,40 | 5 | |
| 2,40 | - 2,70 | 4 | |
| 2,70 | - 3,00 | 8 | |
| 3,00 | - 3,30 | 4 | |
| 3,30 | - 3,60 | 7 | |
| 3,60 | - 3,90 | 6 | |
| 3,90 | - 4,20 | 5 | |
| 4,20 | - 4,50 | 4 | |
| 4,50 | - 4,80 | 3 | |
| 4,80 | - 5,10 | 6 | |
| 5,10 | - 5,40 | 8 | |
| 5,40 | - 5,70 | 9 | |
| 5,70 | - 6,00 | 15 | |
| 6,00 | - 6,30 | 24 | |
| 6,30 | - 6,60 | 22 | |
| 6,60 | - 6,90 | 17 | |
| 6,90 | - 7,20 | 13 | |
| 7,20 | - 7,50 | 12 | |
| 7,50 | - 7,80 | 10 | |
| 7,80 | - 8,10 | 12 | |
| 8,10 | - 8,40 | 11 | |
| 8,40 | - 8,70 | 12 | |
| 8,70 | - 9,00 | 13 | |
| 9,00 | - 9,30 | | |
| 9,30 | - 9,60 | | |
| 9,60 | - 9,90 | | |
| 9,90 | - 10,20 | | |
| 10,20 | - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | | Nscpt | N' |
|------------------|---------|-------|----|
| 10,50 | - 10,80 | | |
| 10,80 | - 11,10 | | |
| 11,10 | - 11,40 | | |
| 11,40 | - 11,70 | | |
| 11,70 | - 12,00 | | |
| 12,00 | - 12,30 | | |
| 12,30 | - 12,60 | | |
| 12,60 | - 12,90 | | |
| 12,90 | - 13,20 | | |
| 13,20 | - 13,50 | | |
| 13,50 | - 13,80 | | |
| 13,80 | - 14,10 | | |
| 14,10 | - 14,40 | | |
| 14,40 | - 14,70 | | |
| 14,70 | - 15,00 | | |
| 15,00 | - 15,30 | | |
| 15,30 | - 15,60 | | |
| 15,60 | - 15,90 | | |
| 15,90 | - 16,20 | | |
| 16,20 | - 16,50 | | |
| 16,50 | - 16,80 | | |
| 16,80 | - 17,10 | | |
| 17,10 | - 17,40 | | |
| 17,40 | - 17,70 | | |
| 17,70 | - 18,00 | | |
| 18,00 | - 18,30 | | |
| 18,30 | - 18,60 | | |
| 18,60 | - 18,90 | | |
| 18,90 | - 19,20 | | |
| 19,20 | - 19,50 | | |
| 19,50 | - 19,80 | | |
| 19,80 | - 20,10 | | |
| 20,10 | - 20,40 | | |
| 20,40 | - 20,70 | | |
| 20,70 | - 21,00 | | |

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P5

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

quota inizio : p.c.

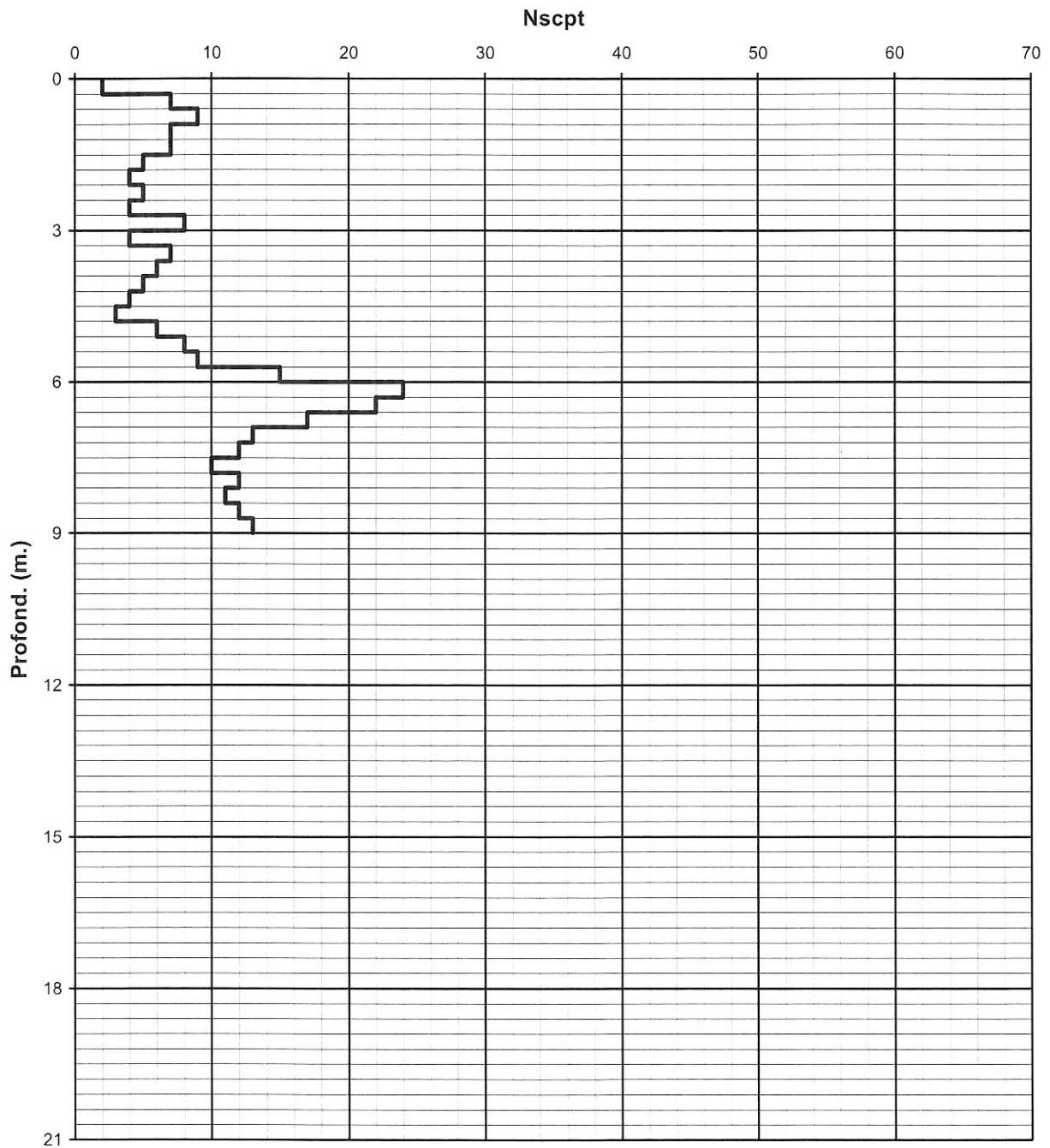
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 7,50 m.

Note :

data : 20/11/2015

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT P5

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : PUA - ANIR 02 Comparto 2,1

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 7,50 m.

data : 20/11/2015

| Profond. | Nscpt | β | Nsppt | σ_v' (kg/cm ²) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm ²) | E Webb1 (kg/cm ²) | E Webb2 (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | FSL | Cu (Terz.) (kg/cm ²) | Cu (DM7-bp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-mp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-ap) (kg/cm ²) | Eu (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | |
|-------------|-------|---------|-------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----|--|---|---|---|-----------------------------|-----------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,00 - 0,30 | 2 | 2,00 | 4 | 0,03 | | | | | | | | | | | | | 0,26 | 0,15 | 0,30 | 0,50 | 130 | 40 | |
| 0,30 - 1,50 | 7,5 | 1,50 | 11 | 0,17 | 76 | 65 | 30,38 | 37,09 | 38,97 | 41,00 | 43,20 | 273 | 52 | 126 | 212 | 4,0 | 0,73 | 0,42 | 0,85 | 1,41 | 367 | 113 | |
| 1,50 - 5,10 | 4 | 1,80 | 7 | 0,61 | 45 | 37 | 28,80 | 33,15 | 35,73 | 38,18 | 40,94 | 242 | 39 | 106 | 175 | 1,7 | 0,47 | 0,54 | 0,90 | 234 | 72 | | |
| 5,10 - 5,70 | 8,3 | 1,50 | 13 | 1,00 | 57 | 41 | 30,74 | 33,70 | 36,19 | 38,57 | 41,26 | 282 | 55 | 131 | 223 | 2,3 | 0,81 | 0,94 | 1,56 | 406 | 125 | | |
| 5,70 - 9,00 | 14,6 | 1,50 | 22 | 1,36 | 68 | 53 | 33,57 | 35,39 | 37,57 | 39,78 | 42,22 | 353 | 85 | 176 | 307 | 3,7 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Nscpt : numero colpi punta SCPT
 β : coeff. di correlazione SCPT-SPT
 Nsppt : numero colpi SPT
 σ_v' : pressione litostatica
 DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)
 DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)
 ϕ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)
 ϕ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.
 ϕ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.
 ϕ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.
 ϕ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose
 E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC
 E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura
 E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa
 Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia
 Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)
 Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.
 Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.
 Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.
 Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)
 Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)
 FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT1

TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : POC - ANIR 2

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 3,50 m. da p.c.

Note :

data : 30/11/2011

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 0,00 - 0,30 | 1 | |
| 0,30 - 0,60 | 1 | |
| 0,60 - 0,90 | 1 | |
| 0,90 - 1,20 | 1 | |
| 1,20 - 1,50 | 1 | |
| 1,50 - 1,80 | 4 | |
| 1,80 - 2,10 | 9 | |
| 2,10 - 2,40 | 6 | |
| 2,40 - 2,70 | 6 | |
| 2,70 - 3,00 | 11 | |
| 3,00 - 3,30 | 7 | |
| 3,30 - 3,60 | 2 | |
| 3,60 - 3,90 | 4 | |
| 3,90 - 4,20 | 18 | |
| 4,20 - 4,50 | 16 | |
| 4,50 - 4,80 | 4 | |
| 4,80 - 5,10 | 5 | |
| 5,10 - 5,40 | 10 | |
| 5,40 - 5,70 | 6 | |
| 5,70 - 6,00 | 12 | |
| 6,00 - 6,30 | 12 | |
| 6,30 - 6,60 | 14 | |
| 6,60 - 6,90 | 23 | |
| 6,90 - 7,20 | 27 | |
| 7,20 - 7,50 | 26 | |
| 7,50 - 7,80 | 14 | |
| 7,80 - 8,10 | 22 | |
| 8,10 - 8,40 | | |
| 8,40 - 8,70 | | |
| 8,70 - 9,00 | | |
| 9,00 - 9,30 | | |
| 9,30 - 9,60 | | |
| 9,60 - 9,90 | | |
| 9,90 - 10,20 | | |
| 10,20 - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 10,50 - 10,80 | | |
| 10,80 - 11,10 | | |
| 11,10 - 11,40 | | |
| 11,40 - 11,70 | | |
| 11,70 - 12,00 | | |
| 12,00 - 12,30 | | |
| 12,30 - 12,60 | | |
| 12,60 - 12,90 | | |
| 12,90 - 13,20 | | |
| 13,20 - 13,50 | | |
| 13,50 - 13,80 | | |
| 13,80 - 14,10 | | |
| 14,10 - 14,40 | | |
| 14,40 - 14,70 | | |
| 14,70 - 15,00 | | |
| 15,00 - 15,30 | | |
| 15,30 - 15,60 | | |
| 15,60 - 15,90 | | |
| 15,90 - 16,20 | | |
| 16,20 - 16,50 | | |
| 16,50 - 16,80 | | |
| 16,80 - 17,10 | | |
| 17,10 - 17,40 | | |
| 17,40 - 17,70 | | |
| 17,70 - 18,00 | | |
| 18,00 - 18,30 | | |
| 18,30 - 18,60 | | |
| 18,60 - 18,90 | | |
| 18,90 - 19,20 | | |
| 19,20 - 19,50 | | |
| 19,50 - 19,80 | | |
| 19,80 - 20,10 | | |
| 20,10 - 20,40 | | |
| 20,40 - 20,70 | | |
| 20,70 - 21,00 | | |

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT1

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : POC - ANIR 2

quota inizio : p.c.

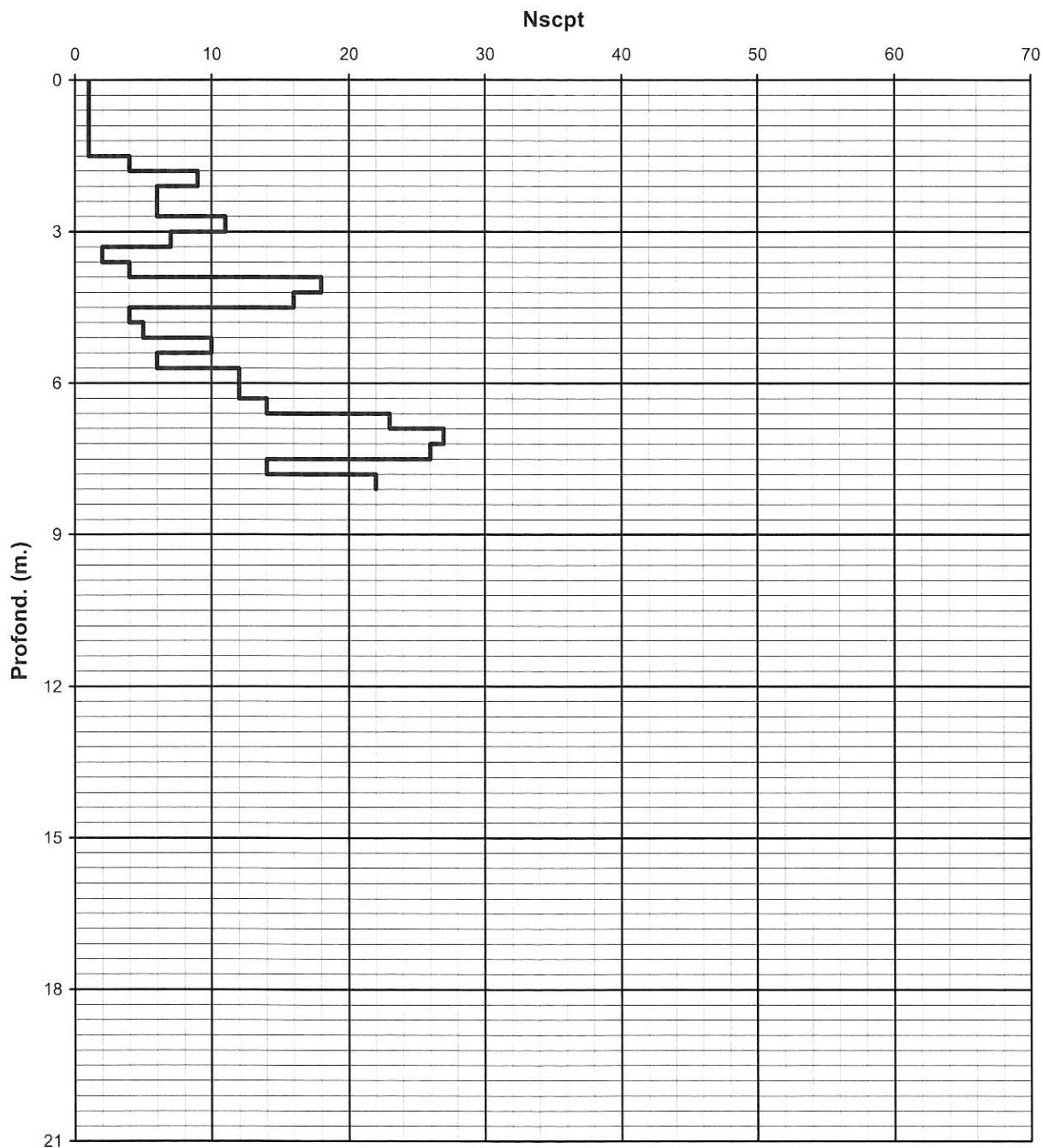
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 3,50 m.

Note :

data : 30/11/2011

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT1

VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : POC - ANIR 2

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 3,50 m.

data : 30/11/2011

| Profond. | Nscpt | β | Nspt | σ_v' (kg/cm ²) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm ²) | E Webb1 (kg/cm ²) | E Webb2 (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) | FSL | Cu (Terz.) (kg/cm ²) | Cu (DM7-mp) (kg/cm ²) | Cu (DM7-ap) (kg/cm ²) | Eu (kg/cm ²) | Mo (kg/cm ²) |
|-------------|-------|---------|------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0,00 - 1,50 | 1 | 2,00 | 2 | 0,14 | | | | | | | | | | | | | 0,13 | 0,08 | 0,15 | 65 | 20 |
| 1,50 - 1,80 | 4 | 1,80 | 7 | 0,31 | 51 | 43 | 28,80 | 34,04 | 36,46 | 38,82 | 41,45 | 242 | 39 | 106 | 175 | 2,3 | 0,47 | 0,54 | 234 | 72 | |
| 1,80 - 3,30 | 6,9 | 1,50 | 10 | 0,47 | 62 | 52 | 30,11 | 35,22 | 37,43 | 39,66 | 42,13 | 266 | 49 | 121 | 204 | 2,7 | 0,68 | 0,78 | 338 | 104 | |
| 3,30 - 3,90 | 2,5 | 2,00 | 5 | 0,66 | 35 | 28 | 28,13 | 31,98 | 34,77 | 37,34 | 40,28 | 225 | 32 | 96 | 156 | 1,2 | 0,33 | 0,38 | 163 | 50 | |
| 3,90 - 4,50 | 16,5 | 1,50 | 25 | 0,72 | 88 | 71 | 34,43 | 37,95 | 39,67 | 41,61 | 43,69 | 375 | 94 | 190 | 333 | 5,9 | | | | | |
| 4,50 - 5,10 | 4,3 | 1,80 | 8 | 0,79 | 44 | 30 | 28,94 | 32,16 | 34,92 | 37,47 | 40,38 | 246 | 40 | 109 | 180 | 1,4 | 0,50 | 0,58 | 250 | 77 | |
| 5,10 - 6,60 | 8,4 | 1,50 | 13 | 0,91 | 59 | 41 | 30,78 | 33,77 | 36,24 | 38,62 | 41,30 | 283 | 56 | 132 | 224 | 2,0 | 0,82 | 0,95 | 410 | 126 | |
| 6,60 - 8,10 | 18,2 | 1,50 | 27 | 1,07 | 95 | 69 | 37,92 | 37,71 | 39,47 | 41,43 | 43,55 | 394 | 102 | 202 | 355 | 4,1 | | | | | |

Nscpt : numero colpi punta SCPT

β : coeff. di correlazione SCPT-SPT

Nspt : numero colpi SPT

σ_v' : pressione litostatica

DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)

DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)

ϕ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)

ϕ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.

ϕ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.

ϕ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.

ϕ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E D'Apoll.

E Webb1

E Webb2

Mo

Cu (Terz.)

Cu (DM7-bp)

Cu (DM7-mp)

Cu (DM7-ap)

Mo

Eu

FSL

: modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura

: modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa

: modulo deformazione edometrico (Begsman, 1974) sabbia e ghiaia

: coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.

: coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.

: modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)

: modulo deformazione elastico (correlato a Cu)

: rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT7
TABULATO RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : POC - ANIR 2

quota inizio : p.c.

Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 5,00 m. da p.c.

Note :

data : 11/12/2011

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 0,00 - 0,30 | 1 | |
| 0,30 - 0,60 | 1 | |
| 0,60 - 0,90 | 1 | |
| 0,90 - 1,20 | 2 | |
| 1,20 - 1,50 | 4 | |
| 1,50 - 1,80 | 8 | |
| 1,80 - 2,10 | 15 | |
| 2,10 - 2,40 | 13 | |
| 2,40 - 2,70 | 15 | |
| 2,70 - 3,00 | 8 | |
| 3,00 - 3,30 | 13 | |
| 3,30 - 3,60 | 10 | |
| 3,60 - 3,90 | 7 | |
| 3,90 - 4,20 | 8 | |
| 4,20 - 4,50 | 11 | |
| 4,50 - 4,80 | 6 | |
| 4,80 - 5,10 | 4 | |
| 5,10 - 5,40 | 2 | |
| 5,40 - 5,70 | 7 | |
| 5,70 - 6,00 | 14 | |
| 6,00 - 6,30 | 15 | |
| 6,30 - 6,60 | 13 | |
| 6,60 - 6,90 | 16 | |
| 6,90 - 7,20 | 20 | |
| 7,20 - 7,50 | 21 | |
| 7,50 - 7,80 | 23 | |
| 7,80 - 8,10 | 24 | |
| 8,10 - 8,40 | | |
| 8,40 - 8,70 | | |
| 8,70 - 9,00 | | |
| 9,00 - 9,30 | | |
| 9,30 - 9,60 | | |
| 9,60 - 9,90 | | |
| 9,90 - 10,20 | | |
| 10,20 - 10,50 | | |

| Profond. (m.) | Nscpt | N' |
|------------------|-------|----|
| 10,50 - 10,80 | | |
| 10,80 - 11,10 | | |
| 11,10 - 11,40 | | |
| 11,40 - 11,70 | | |
| 11,70 - 12,00 | | |
| 12,00 - 12,30 | | |
| 12,30 - 12,60 | | |
| 12,60 - 12,90 | | |
| 12,90 - 13,20 | | |
| 13,20 - 13,50 | | |
| 13,50 - 13,80 | | |
| 13,80 - 14,10 | | |
| 14,10 - 14,40 | | |
| 14,40 - 14,70 | | |
| 14,70 - 15,00 | | |
| 15,00 - 15,30 | | |
| 15,30 - 15,60 | | |
| 15,60 - 15,90 | | |
| 15,90 - 16,20 | | |
| 16,20 - 16,50 | | |
| 16,50 - 16,80 | | |
| 16,80 - 17,10 | | |
| 17,10 - 17,40 | | |
| 17,40 - 17,70 | | |
| 17,70 - 18,00 | | |
| 18,00 - 18,30 | | |
| 18,30 - 18,60 | | |
| 18,60 - 18,90 | | |
| 18,90 - 19,20 | | |
| 19,20 - 19,50 | | |
| 19,50 - 19,80 | | |
| 19,80 - 20,10 | | |
| 20,10 - 20,40 | | |
| 20,40 - 20,70 | | |
| 20,70 - 21,00 | | |

Nscpt : n°colpi punta

N' : n° colpi rivestimento

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT7

DIAGRAMMA RESISTENZE PENETROMETRICHE

Cantiere : POC - ANIR 2

quota inizio : p.c.

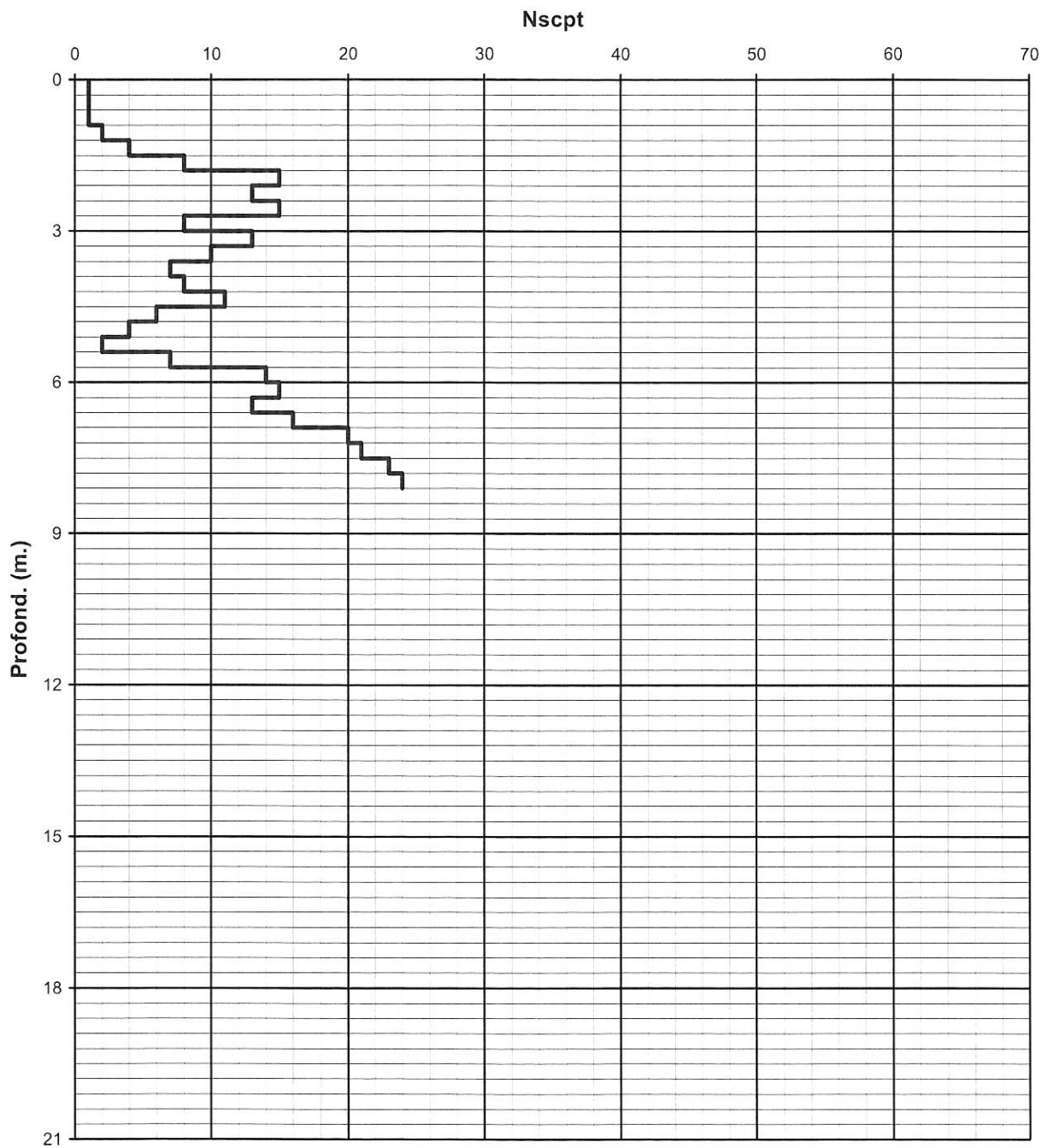
Località : Castel San Giovanni

prof. falda : 5,00 m.

Note :

data : 11/12/2011

Numero colpi punta



— N° colpi punta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT7
VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

Cantiere : POC - ANIR 2

Località : Castel San Giovanni

Note :

quota inizio : p.c.

prof. falda : 5,00 m.

data : 11/12/2011

| Profond. | Nspt | β | Nspt | σv' (kg/cm2) | DR Mey. (%) | DR Baz. (%) | phi JRN (°) | phi Schm1 (°) | phi Schm2 (°) | phi Schm3 (°) | phi Schm4 (°) | E D'Apoll. (kg/cm2) | E Webb1 (kg/cm2) | E Webb2 (kg/cm2) | Mo (kg/cm2) | FSL | Cu | | Cu (DM7-mp) (kg/cm2) | Cu (DM7-ap) (kg/cm2) | Eu (kg/cm2) | Mo (kg/cm2) | |
|-------------|------|------|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------|-----|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Cu (Terz.) (kg/cm2) | Cu (DM7-bp) (kg/cm2) | | | | | |
| 0,00 - 1,20 | 1 | 2,00 | 2 | 0,11 | | | | | | | | | | | | | 0,13 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 65 | 20 | |
| 1,20 - 1,50 | 4 | 1,80 | 7 | 0,25 | | | | | | | | | | | | | 0,47 | 0,27 | 0,54 | 0,90 | 234 | 72 | |
| 1,50 - 4,50 | 8,9 | 1,50 | 13 | 0,56 | 68 | 56 | 31,01 | 35,87 | 37,97 | 40,12 | 42,50 | 289 | 58 | 136 | 231 | 3,2 | | | | | | | |
| 4,50 - 5,70 | 3 | 1,80 | 5 | 0,94 | | | | | | | | | | | | | 0,35 | 0,20 | 0,41 | 0,68 | 176 | 54 | |
| 5,70 - 8,10 | 15,6 | 1,50 | 23 | 1,13 | 75 | 55 | 34,02 | 35,75 | 37,87 | 40,04 | 42,43 | 364 | 90 | 184 | 320 | 3,6 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nspt : numero colpi punta SCPT
 β : coeff. di correlazione SCPT-SPT
 Nspt : numero colpi SPT
 σv' : pressione litostatica
 DR Mey. : densità relativa (Meyerhof, 1957)
 DR Baz. : densità relativa (Bazaraa-Peck, 1967)
 φ JRN : angolo di attrito (Japanese National Railway, 1982)
 φ Schm1 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia fine unif.
 φ Schm2 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia media unif.-sabbie fini ben grad.
 φ Schm3 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) sabbia grossa unif.-sabbia media ben grad.
 φ Schm4 : angolo attrito (Schmertmann, 1977) ghiaietto unif. - sabbie e ghiaie poco limose

E D'Apoll. : modulo deform. elastica (D'Apollonia et al., 1970) sabbia e ghiaia NC
 E Webb1 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia satura
 E Webb2 : modulo deform. elastica (Webb, 1970) sabbia argillosa
 Mo : modulo deformazione edometrico (Begemann, 1974) sabbia e ghiaia
 Cu (Terz.) : coesione non drenata (Terzaghi-Peck, 1948)
 Cu (DM7-bp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille bassa plast.
 Cu (DM7-mp) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille media plast.
 Cu (DM7-ap) : coesione non drenata (U.S. Design Manual) argille alta plast.
 Mo : modulo deformazione edometrico (correlato a Rp prova CPT)
 Eu : modulo deformazione elastico (correlato a Cu)
 FSL : rischio di liquefazione (Seed et al., 1985)

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

PUA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
AMBITO ANIR 02 COMPARTO 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

Elaborato :

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

Committenti :

ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO - MAINI CLAUDIA - MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Data :

dicembre 2015

Aggiornamento :

A cura di :



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol. GABRIELE CORBELLI

Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)

Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096

E-mail: geo.corbelli@tiscali.it



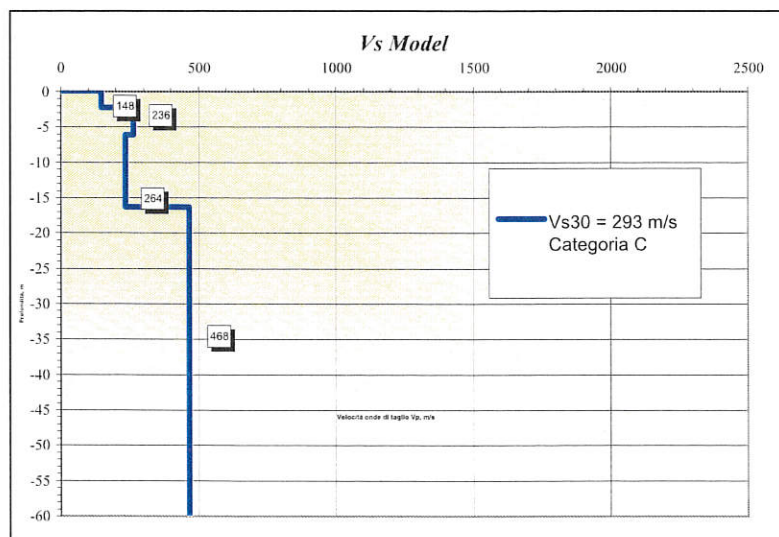
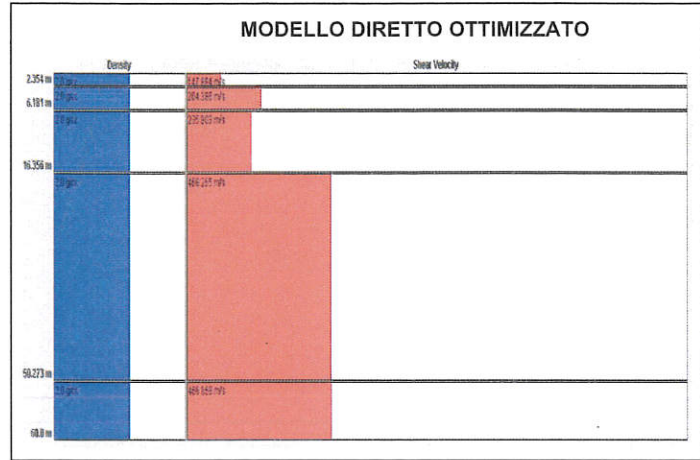
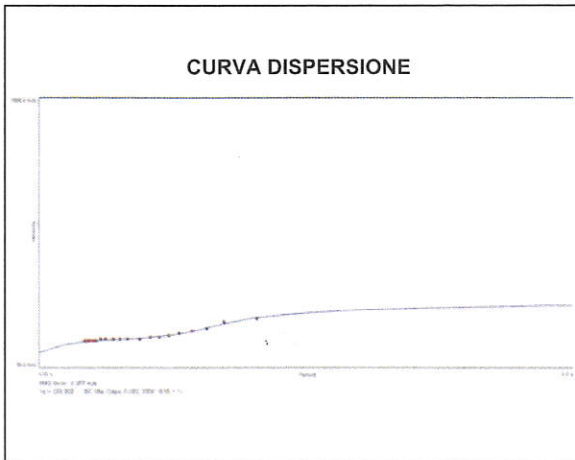
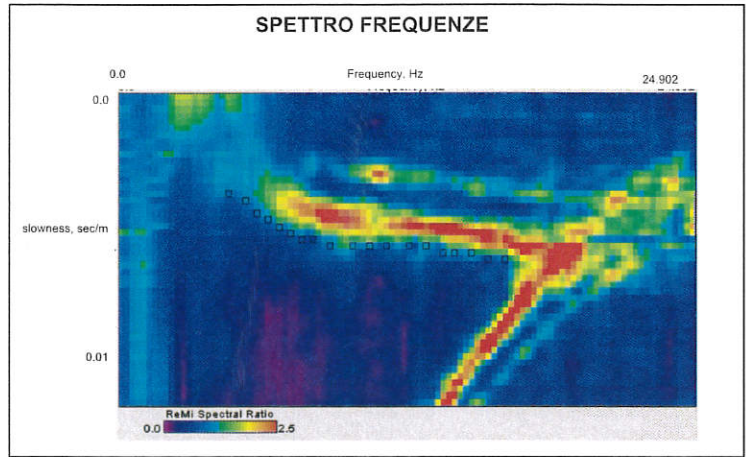
Allegato :

5

MICROTREMOR REFRACTION (Re.Mi.)

R.01

Cantiere : PSC Castel San Giovanni
 Località : Castel San Giovanni - Zona sud-est

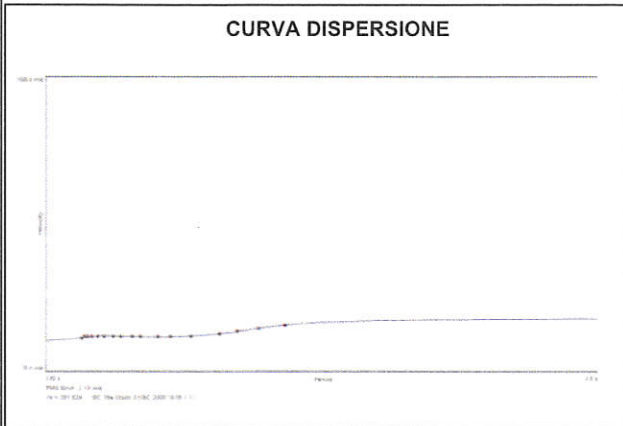
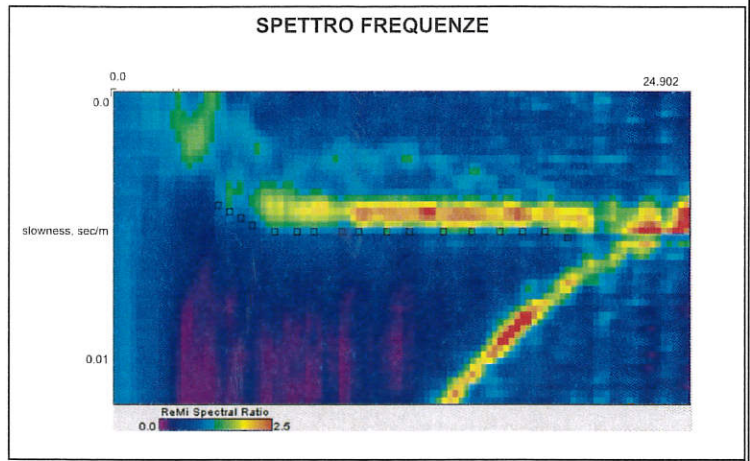


Vs30 = 293 m/s
Categoria suolo (DM 14/1/08) : C

MICROTREMOR REFRACTION (Re.Mi.)

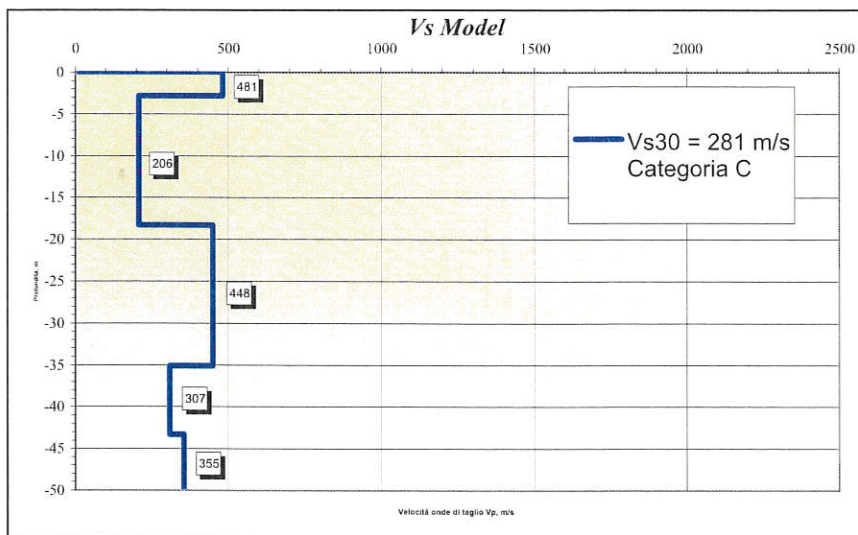
R.03

Cantiere : PSC Castel San Giovanni
 Località : Castel San Giovanni - Zona sud



MODELLO

| Depth (m) | Density (g/cm³) | Shear Velocity (m/s) |
|-----------|-----------------|----------------------|
| 2.900 m | 2.0 | 129.436 |
| 18.344 m | 2.0 | 205.746 |
| 35.207 m | 2.0 | 448.119 |
| 43.351 m | 2.0 | 906.928 |
| 50.0 m | 2.0 | 954.738 |

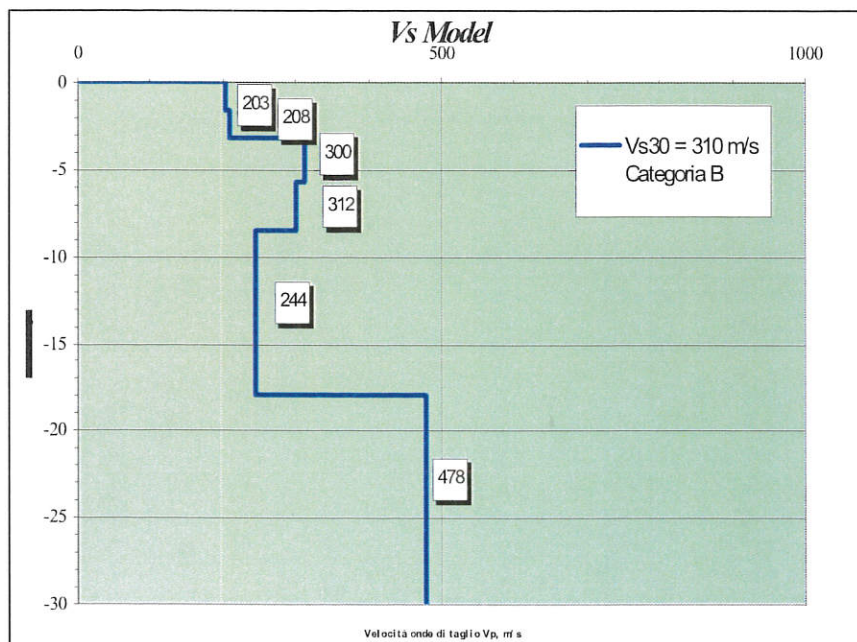
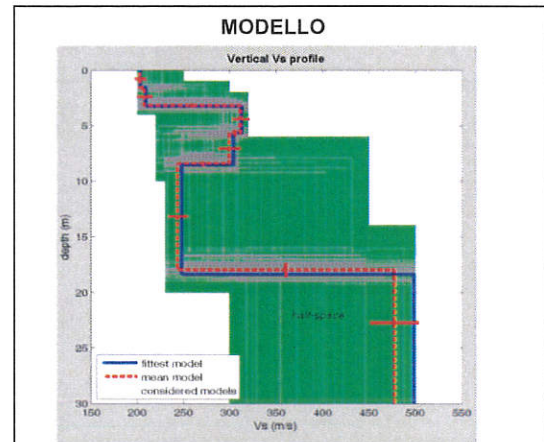
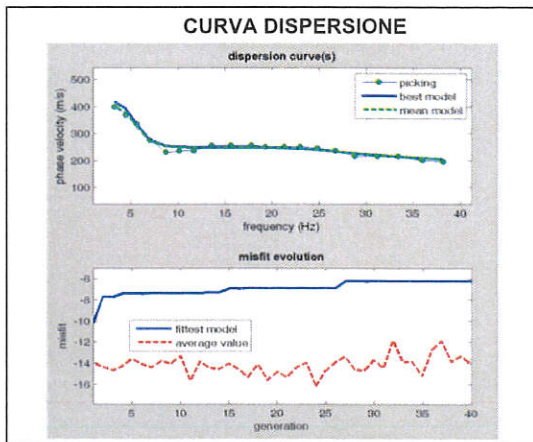
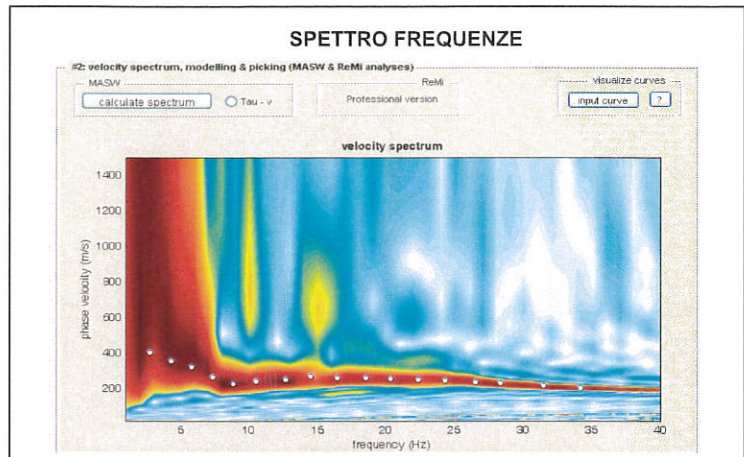
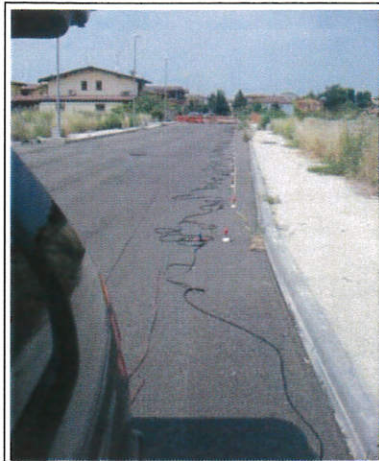


Vs30 = 281 m/s
Categoria suolo (DM 14/1/08) : C

MASW (Multichannel Analysis Surface Wave)

M.01

Cantiere : ANIP1-2
 Località : Castel San Giovanni



Vs30 = 310 m/s
Categoria suolo (DM 14/1/08) : C

COMUNE DI CASTEL SAN GIOVANNI
PROVINCIA DI PIACENZA

PUA
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
AMBITO ANIR 02 COMPARTO 2.1

RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA

Elaborato :

VALUTAZIONE CARICO LIMITE

Committenti :

ENERGY TRADING & SERVICE srl LA PELLEGRINA srl
BRICCHI AGOSTINO - MAINI CLAUDIA - MAINI ANNARITA e MERLI MASSIMO

Data :

dicembre 2015

Aggiornamento :

A cura di :



Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI

Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)

Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096

E-mail: geo.corbelli@tiscali.it



Allegato :

3

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Metodo di Brinch e Hansen (1970)

Riferimento : ANIR 02 Comparto 2.1
Località : Castel San Giovanni
Tipo di fondazione : continua
Approccio NTC : 2
Combinazione NTC:
Condizione carichi : statici

Caratteristiche geometriche :

Larghezza B (m.) = 1,00
 Lunghezza L (m.) = 10,00
 Profondità H (m.) = 1,20 da p.c. attuale
 Incassam. netto (m) = 1,00
 Altezza fondazione (m) = 0,50
 Inclinazione base i (°) = 0

Caratteristiche geotecniche :

| Parametri caratteristici : | Coefficienti Parziali : | Parametri ridotti |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Angolo di attrito f (°) = 0 | $\gamma \tan \phi' = 1,00$ | ϕ'_R (°) = 0,00 |
| Coes. dren. c' (t/mq) = 0,00 | $\gamma c' = 1,00$ | c'_R (t/mq) = 0,00 |
| Coes. non dren. cu (t/mq) = 5,70 | $\gamma cu' = 1,00$ | cu_R (t/mq) = 5,70 |
| Peso di volume Y (t/m3) = 1,85 | $\gamma \gamma = 1,00$ | γ_R (t/m3) = 1,85 |
| Peso vol.drenato Y' (t/m3) = 1,10 | $\gamma \gamma' = 1,00$ | γ'_R (t/m3) = 1,10 |
| Profondità falda (m) = 3,00 | | |
| Inclinazione terreno ζ (°) = 0 | | |

Caratteristiche del carico :

| | | |
|---------------------------------|-----------|------------|
| Carico verticale N (t) = 120,00 | | |
| Momento Mxx (tm) 0,00 | | |
| Taglio Ty (t) = 0,00 | | |
| Eccentricità ey (m) = 0,00 | | |
| Momento Myy (tm) = 0,00 | B' = 1,00 | L' = 10,00 |
| Taglio Tx (t) = 0,00 | | |
| Eccentricità ex (m) = 0,00 | | |

Fattori di capacità portante :

Nc = 5,14 Nq = 1,00 Ny = 0,00

Fattori di forma :

sc = 0,02 sq = 1,00 sy = 0,96

Fattori di profondità :

dc = 0,40 dq = 1,00 dy = 1,00

Fattori di inclinazione carico :

ic = #DIV/0! iq = #DIV/0! iy = #DIV/0!

| 1 | q.ult (Kg/cm2) | γ_R | Rd (Kg/cm2) | Ed (Kg/cm2) | Verificato |
|---|-------------------|------------|----------------|----------------|------------|
| | 4,35 | 2,3 | 1,89 | 1,20 | SI |

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Metodo di Brinch e Hansen (1970)

Riferimento : ANIR 02 Comparto 2.1
Località : Castel San Giovanni
Tipo di fondazione : continua
Approccio NTC : 2
Combinazione NTC:
Condizione carichi : statici

Caratteristiche geometriche :

Larghezza B (m.) = 1,00
 Lunghezza L (m.) = 10,00
 Profondità H (m.) = 1,20 da p.c. attuale
 Incassam. netto (m) = 1,00
 Altezza fondazione (m) = 0,50
 Inclinazione base i (°) = 0

Caratteristiche geotecniche :

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Parametri caratteristici : | Coefficienti Parziali : | Parametri ridotti |
| Angolo di attrito f (°) = 31 | $\gamma \tan \phi' = 1,00$ | ϕ'_R (°) = 31,00 |
| Coes. dren. c' (t/mq) = 0,00 | $\gamma c' = 1,00$ | c'_R (t/mq) = 0,00 |
| Coes. non dren. cu (t/mq) = 0,00 | $\gamma cu' = 1,00$ | cu_R (t/mq) = 0,00 |
| Peso di volume Y (t/m3) = 1,85 | $\gamma \gamma = 1,00$ | γ_R (t/m3) = 1,85 |
| Peso vol.drenato Y' (t/m3) = 1,10 | $\gamma \gamma' = 1,00$ | γ'_R (t/m3) = 1,10 |
| Profondità falda (m) = 3,00 | | |
| Inclinazione terreno ζ (°) = 0 | | |

Caratteristiche del carico :

| | | |
|---------------------------------|-----------|------------|
| Carico verticale N (t) = 120,00 | | |
| Momento Mxx (tm) 0,00 | | |
| Taglio Ty (t) : 0,00 | | |
| Eccentricità ey (m) = 0,00 | | |
| Momento Myy (tm) = 0,00 | B' = 1,00 | L' = 10,00 |
| Taglio Tx (t) : 0,00 | | |
| Eccentricità ex (m) = 0,00 | | |

Dimensioni equivalenti :

Fattori di capacità portante :

Nc = 32,67 Nq = 20,63 Ny = 17,69

Fattori di forma :

sc = 1,06 sq = 1,06 sy = 0,96

Fattori di profondità :

dc = 1,40 dq = 1,28 dy = 1,00

Fattori di inclinazione carico :

ic = 1,00 iq = 1,00 iy = 1,00

| q.ult | γ_R | Rd | Ed | Verificato |
|----------|------------|----------|----------|------------|
| (Kg/cm2) | | (Kg/cm2) | (Kg/cm2) | |
| 6,12 | 2,3 | 2,66 | 1,20 | SI |

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Metodo di Brinch e Hansen (1970)

Riferimento : ANIR 02 Comparto 2.1
 Località : Castel San Giovanni
 Tipo di fondazione : continua
 Approccio NTC : 2
 Combinazione NTC:
 Condizione carichi : statici

Caratteristiche geometriche :

Larghezza B (m.) = 1,00
 Lunghezza L (m.) = 10,00
 Profondità H (m.) = 2,20 da p.c. attuale
 Incassam. netto (m) = 1,00
 Altezza fondazione (m) = 0,50
 Inclinazione base i (°) = 0

Caratteristiche geotecniche :

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Parametri caratteristici : | Coefficienti Parziali : | Parametri ridotti |
| Angolo di attrito f (°) = 0 | $\gamma \tan \phi' = 1,00$ | ϕ'_R (°) = 0,00 |
| Coes. dren. c' (t/mq) = 0,00 | $\gamma c' = 1,00$ | c'_R (t/mq) = 0,00 |
| Coes. non dren. cu (t/mq) = 5,00 | $\gamma cu' = 1,00$ | cu_R (t/mq) = 5,00 |
| Peso di volume Y (t/m3) = 1,85 | $\gamma Y = 1,00$ | γ_R (t/m3) = 1,85 |
| Peso vol.drenato Y' (t/m3) = 1,10 | $\gamma Y' = 1,00$ | γ'_R (t/m3) = 1,10 |
| Profondità falda (m) = 3,00 | | |
| Inclinazione terreno ζ (°) = 0 | | |

Caratteristiche del carico :

| | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| Carico verticale N (t) = 120,00 | | |
| Momento Mxx (tm) 0,00 | | Dimensioni equivalenti : |
| Taglio Ty (t) : 0,00 | | |
| Eccentricità ey (m) = 0,00 | | |
| Momento Myy (tm) : 0,00 | B' = 1,20 | L' = 10,00 |
| Taglio Tx (t) : 0,00 | | |
| Eccentricità ex (m) = 0,00 | | |

Fattori di capacità portante :

Nc = 5,14 Nq = 1,00 Ny = 0,00

Fattori di forma :

sc = 0,02 sq = 1,00 sy = 0,95

Fattori di profondità :

dc = 0,33 dq = 1,00 dy = 1,00

Fattori di inclinazione carico :

ic = #DIV/0! iq = #DIV/0! iy = #DIV/0!

| q.ult (Kg/cm2) | γ_R | Rd (Kg/cm2) | Ed (Kg/cm2) | Verificato |
|-------------------|------------|----------------|----------------|------------|
| 3,67 | 2,3 | 1,60 | 1,00 | SI |

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Metodo di Brinch e Hansen (1970)

Riferimento : ANIR 02 Comparto 2.1
Località : Castel San Giovanni
Tipo di fondazione : continua
Approccio NTC : 2
Combinazione NTC:
Condizione carichi : statici

Caratteristiche geometriche :

Larghezza B (m.) = 1,00
 Lunghezza L (m.) = 10,00
 Profondità H (m.) = 2,20 da p.c. attuale
 Incassam. netto (m) = 1,00
 Altezza fondazione (m) = 0,50
 Inclinazione base i (°) = 0

Caratteristiche geotecniche :

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Parametri caratteristici : | Coefficienti Parziali : | Parametri ridotti |
| Angolo di attrito f (°) = 31 | $\gamma \tan \phi' = 1,00$ | ϕ'_R (°) = 31,00 |
| Coes. dren. c' (t/mq) = 0,00 | $\gamma c' = 1,00$ | c' _R (t/mq) = 0,00 |
| Coes. non dren. cu (t/mq) = 0,00 | $\gamma cu' = 1,00$ | cu _R (t/mq) = 0,00 |
| Peso di volume Y (t/m3) = 1,85 | $\gamma Y = 1,00$ | γ_R (t/m3) = 1,85 |
| Peso vol.drenato Y' (t/m3) = 1,10 | $\gamma Y' = 1,00$ | γ'_R (t/m3) = 1,10 |
| Profondità falda (m) = 3,00 | | |
| Inclinazione terreno ζ (°) = 0 | | |

Caratteristiche del carico :

| | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| Carico verticale N (t) = 120,00 | | |
| Momento Mxx (tm) 0,00 | | Dimensioni equivalenti : |
| Taglio Ty (t) = 0,00 | | |
| Eccentricità ey (m) = 0,00 | | |
| Momento Myy (tm) = 0,00 | B' = 1,20 | L' = 10,00 |
| Taglio Tx (t) = 0,00 | | |
| Eccentricità ex (m) = 0,00 | | |

Fattori di capacità portante :

Nc = 32,67 Nq = 20,63 Ny = 17,69

Fattori di forma :

sc = 1,08 sq = 1,07 sy = 0,95

Fattori di profondità :

dc = 1,33 dq = 1,24 dy = 1,00

Fattori di inclinazione carico :

ic = 1,00 iq = 1,00 iy = 1,00

| q.ult (Kg/cm2) | γ_R | Rd (Kg/cm2) | Ed (Kg/cm2) | Verificato |
|-------------------|------------|----------------|----------------|------------|
| 6,17 | 2,3 | 2,68 | 1,00 | SI |