

Spett. EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.

RELAZIONE GEOLOGICA
ALLEGATA AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO,
AMBITO APC.N.2.3.(b) SOCIETA' EDIL IMPIANTI 2 S.R.L.
PER LA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE PRODUTTIVE,
SU AREA POSTA PRESSO VIA A. COSTA - VIA SAN BARTOLO,
FRAZIONE SAN BARTOLO,
IN COMUNE DI SANTARCANGELO - RN -.

RELAZIONE



Spett. EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.

**RELAZIONE GEOLOGICA
ALLEGATA AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO,
AMBITO APC.N.2.3.(b) SOCIETA' EDIL IMPIANTI 2 S.R.L.
PER LA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE PRODUTTIVE,
SU AREA POSTA PRESSO VIA A. COSTA - VIA SAN BARTOLO,
FRAZIONE SAN BARTOLO,
IN COMUNE DI SANTARCANGELO - RN -.**

1.- PREMESSA

L'indagine e' stata condotta su incarico della Spett. Ditta EDIL IMPIANTI 2 S.r.l. di Santarcangelo di Romagna, allo scopo di accertare preventivamente litologia e caratteristiche geomeccaniche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di proprietà, siti presso Via S. Bartolo ÷ Via Morigi ÷ Via A. Costa, in Comune di Santarcangelo di Romagna e di conseguenza acquisire gli elementi necessari alla redazione del progetto.

Oggetto del presente studio, il Piano Attuativo catastalmente individuato al Foglio n° 9, particelle n° 47 (parte), 875, 885 di proprietà EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.; n° 882 (parte), 884, 886 di proprietà del Comune di Santarcangelo.

Stante il carattere preliminare dello studio finalizzato all'individuazione delle condizioni di pericolosità del territorio, ci si è avvalsi dell'esecuzione di n° 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.) – di cui n° 3 CPT realizzate a Luglio 2021 nell'ambito di un precedente lavoro commissionato a codesto Studio). Le prove sono state eseguite mediante penetrometro PAGANI con spinta max. di 20 Tons, con ancoraggi tramite viti elicoidali e punta meccanica Begemann. Durante le prove sono stati rilevati i valori della resistenza alla punta (Rp) e della resistenza laterale (Rl) ogni 20 cm tramite display collegato alla testa di spinta.

Le prove hanno raggiunto la profondità massima di 18.20 mt.

Con l'ausilio dello stesso strumento, sono state effettuate n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (C.P.T. - E), spinta alla profondità massima di 17.56 mt. dall'attuale piano campagna.

Nel corso delle prove penetrometriche n° 1, 2 e 3 di Via Morigi e delle C.P.T. n° A, B e C di Via Costa, sono stati prelevati campioni di terreno successivamente sottoposti a

prove di laboratorio per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche (peso di volume, contenuto in acqua, limiti di Atterberg ed analisi granulometrica per sedimentazione).

*La ricostruzione della sequenza litologica dell'area si è poi avvalsa dei risultati forniti dall'esecuzione di ulteriori **n° 15 prove penetrometriche statiche**, **n° 1 CPT** con punta elettrica e **n° 1 S.-C.P.T.** spinte alla profondità massima di 24.60 mt. dal p.c. effettuate in aree vicinali nel corso di precedenti lavori commissionati a codesto Studio (periodo: Dicembre 2018 ÷ Novembre 2021).*

I risultati dei logs penetrometrici e stratigrafici sono allegati a fine relazione.

Dai risultati forniti, correlabili ai valori di N_{SPT} , si sono desunti i parametri geotecnici utilizzati per la caratterizzazione dei litotipi presenti.

*A completamento del rilievo sono state rilevate **n° 2 sezioni altimetriche** riportate come da planimetria allegata.*

*Infine, sono state effettuate dal Dr. Geol. Lorenzo del Maschio, su area adiacente a quella d'intervento, **n° 1 prova HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio)** e **n° 1 indagine sismica in array 2D (ESAC)** per la determinazione della velocità delle onde di taglio nei primi 30 mt. di profondità (V_{S30}) e delle frequenze caratteristiche del sito.*

Le considerazioni geologiche, geotecniche, idrogeologiche e geofisiche di seguito espresse saranno mirate a ricostruire le condizioni di pericolosità del territorio in funzione della prevista edificazione dell'area in ottemperanza al:

- D.P.R. 380/2001

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- D.M. 17 Gennaio 2018

Norme Tecniche per le costruzioni.

- Circolare n. 7 del 21/01/2019

- L.R. 19/2008

"Norme per la riduzione del rischio sismico"

- L.R. 24/2017

"Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"

- D.G.R. 630/2019

“Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)”

- D.G.R. 476/2021

“Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017)” di cui alla deliberazione della giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630.”

2.- INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO

*Il territorio comunale di Santarcangelo di Romagna ha un'estensione di **45.08 Kmq**. Si sviluppa in gran parte a Nord del corso del Fiume Marecchia (frazioni di Montalbano, Ciola Corniale, Canonica, Sant'Agata, San Vito, Centro Storico, Santa Giustina e San Michele) ed in minima parte a Sud del predetto Fiume (frazioni di San Martino dei Molini e Sant'Ermete).*

La morfologia dell'area è quella tipica delle aree prospicienti il Mare Adriatico e le pianure terrazzate.

Il territorio comunale è suddiviso da una sottile dorsale collinare Poggio Torriana – Colle Giove che separa i bacini idrografici dei due maggiori corsi d'acqua incidenti la zona: Fiume Marecchia e Torrente Uso.

2.1.- GEOLOGIA e GEOMORFOLOGIA

L' area in esame e' riportata nel Foglio n° 100 - FORLI'- della Carta Geologica d' Italia ricadendo nella Tavoletta II SE, Santarcangelo di Romagna.

La geologia del territorio comunale di Santarcangelo non è particolarmente complessa. Essa comprende infatti le ultime pendici collinari di età pliocenica e le alluvioni continentali terrazzate della pianura (Pleistocene - Olocene).

Sono rappresentati quindi gli ultimi episodi di storia geologica che hanno portato alla formazione della dorsale appenninica. Tali episodi si concretizzarono verso la fine del Miocene (5 Milioni d'anni fa circa) con dei sollevamenti che fecero emergere l'ossatura della catena; su entrambi i versanti, la linea di costa era allora abbastanza vicina al limite spartiacque. Essa corrispondeva alla “linea di cerniera” tra le aree in sollevamento ed aree subsidenti e costituiva il principale elemento di riferimento tettonico e morfologico. Basti pensare che nella Regione Emilia – Romagna l'area che presenta, sia per frequenza che intensità, il maggior grado di sismicità, è quella interessata dal “Sovrascorrimento pedeappenninico” che coincide appunto con tale zona di cerniera.

La linea e conseguentemente la morfologia della costa, era rotta e frastagliata da faglie trasversali (cosiddette antiappenniniche) ancora oggi sismicamente attive (faglie trascorrenti) su cui si sono impostate le aste di erosione fluviale (torrenti appenninici primitivi).

La linea di cerniera è poi migrata verso NE negli ultimi 7 – 8 M.A.; sono così emersi, aggiungendosi all'ossatura precedente, i sedimenti che formano le fasce collinari pedeappenniniche di età sostanzialmente pliocenica e quaternaria. Ciò è dipeso dalle sedimentazione abbondante apportata dai torrenti appenninici sul margine della fossa padana, ma soprattutto dai "basculamenti" indotti da moti verticali diventati, in questo periodo, predominanti, mentre quelli orizzontali si riducevano d'importanza.

Questa attività tettonica non si è ancora esaurita, almeno nella fase avanzata dell'orogene (Pianura Padana, Adriatico) come è dimostrato dalla frequente attività sismica della regione.

I terreni affioranti nel territorio del Comune di Santarcangelo di Romagna si sono costituiti in posto (a differenza ad esempio di quelli affioranti nella vicina Val Marecchia che sono migrati in senso orizzontale) e pertanto si presentano in successione stratigrafica normale, con i sedimenti più antichi in basso ed i più recenti in alto.

Essi rappresentano il cosiddetto "neoautoctono".

Vengono individuate due "serie" di sedimenti: marini e continentali.

Nella serie marina e' rappresentato tutto il Pliocene pedeappenninico cioè tutti quei depositi sedimentari formatisi successivamente alla messa in posto dei complessi liguridi (argille caotiche con lembi "esotici") della colata gravitativa della Val Marecchia, avvenuta nel Pliocene inferiore.

I terreni più antichi sono presenti nelle frazioni collinari di Montalbano e Ciola Corniale (Pliocene medio - inferiore); litologicamente prevale la frazione sabbiosa (molasse, sabbie grossolane con intercalazione di argille sabbiose grigie) indice di depositi di mare costiero con strati orientati generalmente in direzione NNO - SSE ed immersioni molto elevate verso NE (anche superiori a 50°).

Il Pliocene superiore e' invece rappresentato da sabbie stratificate, talora cementate ed arenarie debolmente cementate; sabbie fini argillose e limi argillosi grigi.

Costituisce le ultime pendici collinari comprese tra il Fiume Marecchia ed il Fiume Uso.

Di questi litotipi prevale nettamente, per la parte su cui sorge il centro storico di Santarcangelo di Romagna, il primo (arenarie debolmente cementate, il cosiddetto "tufo") con alla base lenti di conglomerato, più o meno cementato, che marca le varie regressioni e trasgressioni marine, cui è stata soggetta la zona ed è pertanto da considerarsi legato ad un ciclo regressivo plio - pleistocenico.

I terreni alluvionali fanno parte delle alluvioni delle conoidi dei Fiumi Uso e Marecchia ascrivibili al Pliocene ed Olocene.

Di queste, la conoide di gran lunga più importante per estensione (200 Km² secondo U. Buli "Geoidrologia della conoide del Fiume Marecchia" 1935 - Bologna, e 123 Km² secondo il Consorzio di Bonifica Agro Riminese "Studi e ricerche metodologiche per il ravvenamento artificiale del conoide del Fiume Marecchia a scopo idropotabile ed irriguo" 1977 - Rimini) che per gli acquiferi contenuti, e' quella del Fiume Marecchia. Planimetricamente essa ha forma triangolare, vertici Ponte Verucchio, Bellaria e Miramare di Rimini.

Essa degrada dolcemente verso l' Adriatico con una pendenza variabile dall' 8 a meno dell' 1 per mille.

Per quanto riguarda l'alveo recente del Fiume Marecchia, a partire dagli anni '70 esso ha subito, al pari di altri fiume emiliano – romagnoli, una profonda trasformazione per effetto della canalizzazione che ha prodotto una drastica riduzione della sezione d'alveo ed una profonda incisione a valle di Ponte Verucchio (di oltre 10 metri) che ha portato in affioramento i terreni di deposito marino (peliti grigio – azzurre della successione pliocenica). La canalizzazione è stata prodotta dalle escavazioni compiute in alveo e sui terrazzi laterali del fiume, compiute negli anni '70 che hanno prodotto l'asportazione del sottile pavè ghiaioso (dello spessore di 5 – 7 metri circa) posti al tetto dei terreni di deposito marino nella zona apicale del conoide. La canalizzazione riguarda circa 7 – 8 dei 19 Km. Della lunghezza d'alveo compresa tra Ponte Verucchio e la foce.

Complessivamente i depositi marini occupano una superficie pari a 9.955 Km². (circa il 22% della superficie comunale pari a 45.08 Km².) mentre i depositi continentali alluvionali della pianura, una superficie di 35.125 Km². Pari a circa il 78 % del territorio comunale.

Nella pianura le alluvioni si presentano nettamente terrazzate. Sono stati riconosciuti V ordini di terrazzi.

Il più esteso di tali terrazzi e' il III° che si immerge sotto i terreni alluvionali ghiaiosi ed argillosi non ferrettizzati a valle di Corpolo'. All' altezza di Vergiano poi tali terreni sono a loro volta ricoperti da strati alluvionali ancor più recenti, marcatamente argillosi e da terreno vegetale che si estende per tutta la restante pianura fino al mare.

La copertura alluvionale argillosa, contribuisce a rendere artesiani l' acqua contenuta in tali conglomerati.

I depositi alluvionali hanno uno spessore via via crescente man mano che dal vertice della conoide si procede verso il mare.

All' altezza del Comune di Poggio Berni lo spessore del materasso ghiaioso si aggira sui 4 mt.; più a valle, in corrispondenza di S. Martino dei Mulini aumenta fino a superare i 20 mt. di altezza: inizia allora una enorme lente permeabile estesa quasi come una fascia trasversale in seno alla conoide. Da questa lente si diramano, per successive biforcazioni, come digitazioni o suddivisioni, i vari strati ghiaiosi che, con diversa pendenza e continuità, si espandono sotto la bassa pianura.

Questo schema si deve al già ricordato U. Buli "Geoidrologia della conoide del Fiume Marecchia" 1935 - Bologna; le prospezioni sismiche compiute nell' ambito degli studi sul ravvenamento artificiale della conoide (Consorzio di Bonifica Agro Riminese "Studi e ricerche metodologiche per il ravvenamento artificiale del conoide del Fiume Marecchia a scopo idropotabile ed irriguo" 1977 - Rimini) hanno sostanzialmente confermato tale schema.

La geologia della zona e' caratterizzata dalla presenza di depositi continentali pleistocenici, litologicamente costituiti da sabbie, ghiaie ed argille dei terrazzi.

4.- CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

La zona in esame è posta ad alcune centinaia di metri dell'asta fluviale del Fiume Uso. L'idrologia della zona è costituita esclusivamente da fossi d'irrigazione e di scolo. I terreni coltivati vengono irrigati con acqua prelevata dai pozzi che pescano ad una profondità di circa 15 mt. dal p.c. Lo strato superficiale degradato è sede di una falda freatica prevalentemente stagionale, collegata in maniera diretta alla piovosità della zona. Come in precedenza ricordato, durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, è stata rilevata la presenza di un livello freatico alla profondità di $- 7.10 \div 7.20$ mt. dall'attuale p.c.

Tuttavia occorre considerare come tale dato possieda un certo margine di incertezza trattandosi di valutazioni non suffragabili direttamente visto anche il breve periodo di osservazione entro il foro di sondaggio, unico dato a disposizione per la presente indagine, in rapporto alla velocità di filtrazione, alle oscillazioni stagionali e ai cicli meteorologici pluriennali.

Infatti, da piezometri a completamento di indagini geognostiche eseguite al contorno dell'area in esame, si sono registrati livelli freatici a quota di circa $- 1.70 \div 2.20$ mt. dal p.c.

Le valutazioni idrologiche necessarie al dimensionamento delle opere di scolo possono essere effettuate mediante i dati pluviometrici desunti dall'Atlante Idroclimatico – ERMES Regione Emilia Romagna –, che, in relazione al periodo 1961 – 2008, fornisce i seguenti valori:

Comune	Superficie Kmq.	Temp. Media (°C) 1961- 1990	Temp. Media (°C) 1991- 2015	Differenza (°C)	Precipiaz. (mm) 1961 - 1990	Precipiaz. (mm) 1991 - 2015	Differenza (mm)
BOLOGNA	141	14.0	15.1	+1.1	760	777	+17
CESENA	250	13.3	14.8	+1.5	815	765	-50
FERRARA	405	13.4	15.4	+2.0	629	662	+32
FORLI'	228	13.9	15.0	+1.2	752	787	+35
MODENA	183	13.3	14.6	+1.3	656	743	+87
PARMA	261	13.4	14.6	+1.2	821	792	-28
PIACENZA	118	12.1	13.6	+1.5	831	782	-49
RAVENNA	658	13.2	14.1	+1.0	650	706	+56
REGGIO E	230	13	14.5	+1.5	774	730	-44
RIMINI	135	12.9	13.9	+1.0	901	808	-93

Come si evince dalla tabella sopra riportata, aumento generalizzato delle temperature e concentrazione delle piogge sono le principali tendenze rilevabili nell'intervallo temporale considerato.

Le tendenze climatiche regionali mostrano un aumento generalizzato delle temperature: confrontando il trentennio 1961 – 1990 con il periodo 1991 – 2008, esse risultano cresciute mediamente di circa un grado (1.1°), con punte fino a due gradi a Ferrara e 1,5° a Reggio Emilia, Piacenza e Cesena.

Le precipitazioni espresse come totali annui medi territoriali mostrano invece variazioni modeste nella quantità totale, calata in media del 5% circa (da 890 a 850 mm.).

Le variazioni in questo caso sono soprattutto territoriali, dato che le precipitazioni appaiono diminuite sostanzialmente in montagna e leggermente aumentate nelle pianure centro – orientali. I cambiamenti riguardano anche la distribuzione nel tempo delle piogge con una tendenza alla diminuzione dell'ordine di 2 – 4 giorni di pioggia annuali in meno ogni decennio.

Dal sito <https://www.arpae.it/cartografia/> per la Stazione di Santarcangelo, si evince inoltre:

Stazione: Santarcangelo di Romagna

Codice: ER2424

Comune: SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN)

Dati climatici comunali

Comune: SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RIMINI)

Temperature 61-90: 12,9 °C

Temperature 91-15: 13,9 °C

Precipitazioni 61-90: 901 mm

Precipitazioni 91-15: 808 mm

Prec. medie - Totale annuo - Periodo 1961- 1990 (mm)

Classe: 800 - 900 mm

Prec. medie - Totale annuo - Periodo 1991- 2015 (mm)

Classe: 700 - 800 mm

Temperatura media annua - Periodo 1991- 2015 (°C)

Classe: 13 - 14 °C

ETP annua - Periodo 1991-2015

Classe: 950 - 1000 mm

Si è inoltre fatto riferimento alle massime altezze di pioggia registrate nelle stazioni pluviometriche Rimini Lido e S. Marino negli anni 1935 – 1970; sono state elaborate con il sistema statistico di probabilità climatica di Gumbel.

I valori ottenuti sono stati considerati in media per ottenere il valore più probabile per l'area in oggetto.

Questo risulta pari a:

- **79 mm.** per un tempo di ritorno di **25 anni.**
- **98 mm.** per un tempo di ritorno di **100 anni.**

Il **coefficiente di deflusso** per l'area in oggetto può essere assunto pari a **0.5.**

Tale valore risulta (per adottare un valore sufficientemente cautelativo) superiore a quello ottenuto dal calcolo teorico dell'evapotraspirazione eseguito con la formula di **Turc** e con la metodologia proposta da **Thornthwaite** in base alle quali l'evapotraspirazione risulta superiore al 50 % delle precipitazioni.

Formula di Turc:

$$Er = P / \sqrt{0.9 + Pe2 / Le2}$$

Con:

Er = evapotraspirazione reale annuale in mm.;

P = precipitazioni annuali pari a **815 mm.** (media dei dati pluviometrici registrati alla stazione pluviometrica di Cesena in media trentennale);

L = **300 + 25 t + 0.05 Te3;**

T = temperatura media annuale pari a 13.3 gradi Celsius da cui **Er** = 542 mm. pari al 67 % delle precipitazioni.

In pratica, considerando una evapotraspirazione pari al 50 % delle precipitazioni, in considerazione della natura litologica dei terreni il rimanente 50% si può ritenere completamente coinvolto nel fenomeno di ruscellamento superficiale.

Non va altresì dimenticato il quantitativo d'acqua derivante dalla mancata infiltrazione nella porzione di aree impermeabilizzate successivamente alla realizzazione di piazzali, parcheggi, ecc....

3.- INDAGINI ESEGUITE

Ai fini dello studio geo - litologico dell'area ci si è avvalsi dei risultati forniti complessivamente dall'esecuzione di **n° 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.)** e **n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPT-E)**, ubicate come da planimetria allegata.

La ricostruzione della sequenza litologica dell'area si è poi avvalsa dei risultati forniti dall'esecuzione di ulteriori **n° 15 prove penetrometriche statiche**, **n° 1 CPT** con punta elettrica e **n° 1 S.-C.P.T.** spinte alla profondità massima di 24.60 mt. dal p.c. effettuate in aree vicinali nel corso di precedenti lavori commissionati a codesto Studio (periodo: Dicembre 2018 ÷ Novembre 2021).

L'indagine geofisica per la determinazione della velocità delle onde di taglio nei primi 30 mt. di profondità (V_{S30}) e delle frequenze caratteristiche del sito si è avvalsa

dell'esecuzione di n° 1 prova HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio) e n° 1 indagine sismica in array 2D (ESAC).

Di seguito vengono riassunte le caratteristiche delle prove penetrometriche statiche:

Le **prove penetrometriche statiche (C.P.T.)** sono state eseguite mediante penetrometro tipo PAGANI 73-200 kN, semovente, con spinta max. di 20 Tons, con ancoraggi tramite viti elicoidali e punta meccanica Begemann.

Di seguito vengono riassunte brevemente le caratteristiche tecniche della prova statica:

La prova consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno.

La penetrazione della batteria deve avvenire ad una velocità costante pari a 2 cm./sec. (± 0.5 cm./sec.), indipendentemente dalla resistenza opposta dal terreno.

Il dispositivo di spinta deve essere ancorato in modo da non muoversi rispetto al piano di lavoro durante l'infissione.

Deve essere posizionato in modo da garantire la verticalità iniziale della spinta delle aste cave (deviazione dalla verticale: 2%).

L'attrezzatura è costituita da un dispositivo idraulico di spinta (20 Ton.), che agisce alternativamente sulla batteria di aste interne alla cui estremità è collegata la punta e su quella di aste cave esterne.

La prova è quindi generalmente "discontinua" e le misure di resistenza vengono di norma eseguite ed annotate ogni 20 cm. di penetrazione.

Il penetrometro utilizzato è fornito di punta telescopica con manicotto (detta anche punta Begemann).

Il dispositivo di misura è costituito da una cella di carico con display analogico.

Sopra la punta è posto un manicotto per la misura dell'attrito laterale. Le dimensioni della punta e del manicotto sono standardizzate e precisamente:

- diametro di base del cono: 37.5 cm.;

- angolo di apertura del cono: 60°.

Il manicotto ha una superficie laterale compresa tra 150 e 200 cmq.

Le aste cave hanno il diametro esterno di 36 mm.

Sulle aste cave può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito del terreno lungo la batteria e facilitare l'infissione a parità di spinta disponibile.

L'anello allargatore, quando usato, deve essere posto almeno ad 1.0 mt. sopra la punta.

Le aste interne, a sezione piena, devono avere un diametro di 0.5 ÷ 1.0 mm. minore di quello interno delle aste cave e devono scorrere senza attriti all'interno delle aste cave;

Le estremità delle aste interne devono essere ortogonali all'asse dell'asta stessa.

Con la punta Begemann vengono rilevate ogni 20 cm.:

- la resistenza all'avanzamento della sola punta - **R_p** -;
- La resistenza alla punta più resistenza per attrito locale sul manicotto - **R_p + R_l** -;
- La resistenza totale all'avanzamento delle aste cave e della punta - **R_t** -.

La documentazione comprende in questo caso copia delle letture alla cella di carico delle tre grandezze sopra menzionate ed i grafici:

R_p / profondità;

R_l / profondità;

R_p÷R_l / profondità.

Le prove non vengono di norma spinte oltre la profondità di 50 metri dal piano campagna.

La prova deve essere sospesa e la batteria di aste estratta se la resistenza totale, od alla punta o al manicotto è tale da non consentire un ulteriore avanzamento.

Nel caso specifico, le prove statiche hanno raggiunto la profondità massima di 18.20 mt. dal piano campagna attuale.

Le prove penetrometriche statiche elettriche tipo CPT-E sono state eseguite con penetrometro Pagani 73-200, autoancorante e semovente, con motore 36 HP, tiro in estrazione pari a 30.000 Kg e spinta in infissione pari a 20.000 Kg. Tale penetrometro permette l'esecuzione di prove statiche infiggendo una punta elettrica conica spinta a velocità costante e standardizzata a 2.0 cm/sec. nel terreno mediante la pressione del gruppo di spinta idraulica che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è situata la punta.

La punta è dotata di due trasduttori che sono posti all'interno della sonda; una cella di carico è montata subito a tergo della punta conica ed una all'interno del manicotto laterale.

Le misure della resistenza alla penetrazione alla punta q_c ed alla resistenza per attrito laterale f_s sono effettuate direttamente alla profondità della sonda e sono:

- continue e puntuali;
- indipendenti tra loro;
- relative alla stessa profondità;
- accurate ed estremamente ripetibili.

All'interno delle aste cave è alloggiato un cavo elettrico di trasmissione dei segnali che vengono raccolti ed elaborati in superficie mediante una centralina elettronica digitale.

Le caratteristiche geometriche e le modalità di esecuzione della prova sono in accordo con le normative europee di standardizzazione ed in particolare con le normative ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) – Cone Penetration Test (C.P.T.): International Reference Test Procedure.

Il dispositivo di spinta è costituito da un martinetto idraulico che esercita sulla batteria di aste del diametro esterno di 36 mm. e lunghezza 1000 mm. cadauna, un carico di 20 Tons.

Il corretto posizionamento dell'attrezzatura all'inizio delle prove e durante l'esecuzione delle stesse, è stato controllato mediante sensore inclinometrico e la deviazione dalla verticale di spinta è stata generalmente inferiore al 2%.

Per la misura dei due parametri (q_c e F_s), la punta elettrica è dotata di una cella di carico con trasduttore estensimetrico in grado di convertire lo sforzo di spinta in un segnale elettrico, con fondo scala di 50 Mpa per la resistenza alla punta e 0.5 MPa per la resistenza laterale. Inoltre la punta è dotata di sensore inclinometrico per la valutazione della deviazione dalla verticale.

Il dispositivo di misura oltre alle celle di carico della punta comprende anche una centralina elettronica che riceve, amplifica e decodifica i segnali ed un computer per la registrazione dei dati, la elaborazione e la restituzione grafica.

*Le prove statiche con punta elettrica hanno raggiunto **la profondità massima di 17.56 mt. dall'attuale p.c.***

- HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio)

La metodologia, chiamata anche tecnica di Nakamura (1989), è stata introdotta da Nogoshi e Igarashi (1971) sulla base degli studi di Kanai e Tanaka (1961).

Questa tecnica si basa essenzialmente sul rapporto spettrale H/V di rumore ambientale (seismic noise) e permette di valutare gli effetti di sito.

La tecnica proposta da Nakamura assume che i microtremori (il cosiddetto rumore di fondo registrabile in qualunque momento posizionando un sensore sismico sul terreno) consistano principalmente di un tipo di onde superficiali, le onde di Rayleigh, che si propagano in un singolo strato sofficie su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione al sito.

Per l'applicazione e l'interpretazione di questa tecnica è fondamentale una buona conoscenza dell'ingegneria sismologia combinata con un background di informazioni relative alle caratteristiche geologiche, geofisiche e geotecniche del sito.

Questa tecnica presenta il vantaggio di poter essere adoperata pressoché ovunque, purché siano garantite l'assenza di forti vibrazioni indotte da attività umane nelle vicinanze del punto di misura.

Il metodo è generalmente applicato per studi di microzonazione e per valutare la risposta sismica locale.

Questa tecnologia è stata oggetto del progetto di ricerca SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations) ed a questo si rimanda per le linee guida della tecnica H/V spectral ratio.

La sismica passiva a stazione singola fornisce informazioni sui terreni d'indagine relativamente alle frequenze naturali e di risonanza.

- Basi teoriche

Le basi teoriche dell' HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio) in un sistema stratificato in cui I parametric variano solo con la profondità (1-D) è abbastanza semplice.

Si consideri un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (p_1 e p_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene parzialmente riflessa dall'orizzonte che separa i due strati e questa una volta riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1} / (4h)$$

mentre quella relativa alle onde S è:

$$f_r = V_{S1} / (4h)$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto, ma la prassi di usare il rapporto degli spettri orizzontali e quello verticale piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce una importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumori di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Si rileva inoltre come i microtromori siano solo in parte costituiti dalle onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolari da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994).

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità delle onde di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

L'applicabilità pratica della semplice formula sopra riportata relativa alle onde S è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica sia nell'ambito ingegneristico.

Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie (Ibs-Von Seht e Wohleberg, 1999).

- Attrezzature e modalità

La misura prevede la registrazione, senza utilizzo di alcuno strumento di energizzazione del terreno, del microtremore sismico ambientale nel dominio del tempo, sulle tre componenti dello spazio attraverso il posizionamento di adeguati strumenti sismometrici costituiti da sensori tridimensionali.

Per queste misure è sconsigliato l'impiego di accelerometri, non sufficientemente sensibili a frequenze inferiori a 1 Hz, né accelerometri sismologici.

Essendo la stabilità una caratteristica fondamentale non sono impiegabili sismometri broadband con periodo naturale > 20 sec. In quanto richiedono lunghi tempi di stabilizzazione, come non sono raccomandabili sensori con frequenza naturale inferiore alla più bassa frequenza di interesse.

Indicativamente, la frequenza di sito è funzione diretta della vicinanza del bedrock dalla superficie topografica e dalla rigidità dei materiali.

Per l'installazione lo strumento di misura dovrà essere orientato secondo le direzioni geografiche (E ed W) e dovrà essere dotato di bolla sferica per il posizionamento mentre l'accoppiamento con la superficie dovrà essere diretto o assicurato con piedini o puntazze in terreni morbidi.

Bisognerà altresì fare attenzione alla presenza di radici, sottoservizi, vicinanza di edifici, vento, ecc.... in quanto creano disturbo nel segnale H/V inducendo una forte perturbazione a bassa frequenza.

Per uno studio di risposta del sito è consigliabile effettuare almeno tre misure per punto, possibilmente in tempi diversi durante la giornata, da cui derivare il valore di frequenza di risonanza.

La strumentazione di acquisizione presenta le seguenti specifiche:

- Trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (<1-2 Hz);
- Amplificatori;
- Digitalizzatore;
- Frequenza di campionamento: > 50 Hz;
- Convertitore A/D (analogico/digitale) a 24 bit;
- Durata di registrazione: > 10 minuti;
- Collegamento al tempo GPS per la referenziazione temporale.

- Elaborazione dati

L'elaborazione dei dati raccolti impiega un software in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using AMbient Excitations, 2005).

Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli orizzontali operando su finestre di selezione del segnale che dovranno essere non meno di 10 per un segnale complessivo utile non inferiore a 200 – 400 secondi.

I principali passi del processing sono i seguenti:

1. FFT (incluso il tapering);
2. operatore di smoothing (Konno & Ohmachi);
3. merging dei componenti orizzontali;
4. H/V Spectral Ratio per ogni finestra utilizzata (>10);
5. valutazione della deviazione standard.

Le risultanze dell'elaborazione sono presentate mediante graficazione dei rapporti spettrali H/V delle varie componenti indicando il massimo del rapporto HVSR nel valore di f_0 – Frequenza/e di risonanza e la sue deviazione standard.

Il risultato finale della prova presenta:

- 1) i criteri di attendibilità della misura;
- 2) i criteri di validità del picco di f_0 ;
- 3) i valori di soglia delle condizioni di stabilità;
- 4) l'analisi dei criteri in particolare con verifica rispetto alle frequenze del sensore ed alla presenza di rumore di origine industriale;
- 5) l'interpretazione di f_0 e dello spettro H/V nei termini di caratteristiche del sito.

Per gli scopi e finalità dell'indagine le misure di HVSR offrono la possibilità di determinare:

- 1). Valutazione dell'omogeneità del sito rispetto alla frequenza di risonanza;
- 2). Spessori della coltre di copertura.

- Frequenze

Per quanto riguarda la mappatura delle frequenze principali di risonanza, tale elaborazione permette di valutare il grado di omogeneità sulla risposta di sito relativamente alle frequenze dei materiali.

L'analisi di queste permette di definire il campo delle frequenze significative di risonanza da utilizzare direttamente nella progettazione degli edifici.

- Spessori

L'assunzione di base è che, per un modello di suolo monodimensionale (stratificazione piana e parallela) costituito da sedimenti soffici sovrastanti il substrato, la frequenza di risonanza f_r dovuta alla propagazione di onde S incidenti perpendicolarmente la base del substrato è data dalla relazione:

$$T = \frac{4 \sum_{I=1}^n h_i}{\frac{\sum_{I=1}^n V_{S_i} * h_i}{\sum_{I=1}^n h_i}}$$

Dove h è lo spessore dello strato dei sedimenti e V_S dipende dalla velocità delle onde di taglio nel suo interno.

In base a tale relazione quindi, a partire da valori misurati di f_r e V_s , ricavati, è possibile stimare lo spessore della coltre sedimentaria di un bacino.

Tuttavia, non essendo sempre presente la misura di V_s come profilo sismico fino al bedrock geofisico, allora si può far riferimento alla relazione di Ibs-Von Seht e Wohleberg (1999).

Poiché l'andamento del log in V_s in terreni sedimentari è principalmente regolato dall'incremento del modulo di rigidezza al crescere della pressione di confinamento e quindi della profondità, a partire da valori di V_s per la porzione più superficiale del terreno, è possibile estrapolare l'andamento delle V_s a profondità più elevate tramite l'impiego di relazioni empiriche.

A questo scopo Ibs-Von Seht e Wohleberg (1999) suggeriscono la seguente funzione:

$$V_s = V_0 (1 + Z)^a$$

dove V_0 è la velocità al tetto dello strato ed "a" un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione, ecc...).

Questa relazione, combinata con la precedente, consente infatti la stima dello spessore della coltre di sedimenti soffici:

$$Z = \frac{V_0 (1-a)^{1/(1-a)}}{4f_r} + 1 - 1$$

Nei casi più complessi è possibile invertire le curve HVSR creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale fino a considerare ottimale il modello teorico più prossimo alle curve sperimentali.

Per l'inversione delle curve si può far riferimento alle procedure descritte in Arai e Tokimatsu (2004) usando il modo fondamentale delle onde di Rayleigh e Love.

- ESAC (indagine sismica in array 2D)

Il metodo d'indagine ESAC (Aky, 1959) si basa sul principio secondo il quale la funzione di correlazione media tra le registrazioni di un rumore isotropo effettuate su sensori verticali distribuiti nelle diverse direzioni a parità di distanza "r" da un sensore centrale, ha una funzione nota (funzione di Bessel di ordine 0). La forma di questa funzione di Bessel ad una data frequenza ed una data distanza "r" è controllata dal valore della velocità di fase.

Nelle indagini eseguite sono state utilizzate delle configurazioni geometriche 2D e spaziature variabili tra i sensori. Il risultato del metodo ESAC è una curva di dispersione effettiva che rappresenta una combinazione delle diverse curve modali valutate in base al loro specifico contenuto energetico del sito; il vantaggio, soprattutto in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica, è di non dover identificare i vari modi di vibrazione.

4.- STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

*Al fine di valutare l' esatta successione stratigrafica dei terreni, ci si è avvalsi dei risultati forniti complessivamente dall'esecuzione **n° 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.)** e **n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPT-E)**, ubicate come da planimetria allegata.*

*La ricostruzione areale si è poi avvalsa, complessivamente, di **n° 10 prove penetrometriche statiche** e **n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 25.00 mt.** dal p.c. effettuati in aree vicinali nel corso di precedenti lavori commissionati a codesto Studio (periodo: Settembre ÷ Ottobre 2010; Dicembre 2019).*

I risultati hanno evidenziato una stratigrafia così schematizzabile:

- C.P.T. Via MORIGI

- C.P.T. n° 1.

- dal p.c. a - 0.80 mt. : Terreno vegetale limo - argilloso, alterato.
- da - 0.80 a - 12.80 mt. : Alternanza di limi - argillosi ed argille - limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.
- da - 12.80 mt. alle profondità investigate : Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.

- C.P.T. n° 2.

- dal p.c. a – 1.00 mt. : *Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.*
- da – 1.00 a – 15.60 mt. : *Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.*
- da – 15.60 mt. alle profondità investigate : *Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.*

- C.P.T. n° 3.

- dal p.c. a – 0.80 mt. : *Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.*
- da – 0.80 a – 11.80 mt. : *Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.*
- da – 11.80 mt. alle profondità investigate : *Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.*

- C.P.T. Via A. COSTA ÷ Via S. BARTOLO

- C.P.T. n° A.

- dal p.c. a – 2.60 mt. : *Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.*
- da – 2.60 a – 17.00 mt. : *Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.*
- da – 17.00 mt. alle profondità investigate : *Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.*

- C.P.T. n° B.

- dal p.c. a – 2.20 mt. : *Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.*

- da - 2.20 a - 17.20 mt. : Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.

- da - 17.20 mt. alle profondità investigate : Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.

- C.P.T. n° D.

- dal p.c. a - 0.80 mt. : Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.

- da - 0.80 a - 16.40 mt. : Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.

- da - 16.40 mt. alle profondità investigate : Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.

- C.P.T.-E n° C.

- dal p.c. a - 1.10 mt. : Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.

- da - 1.10 a - 12.90 mt. : Alternanza di limi – argillosi ed argille – limose a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti limo sabbiosi di limitato spessore.

- da - 12.90 mt. alle profondità investigate : Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.

- C.P.T.-E n° E.

- dal p.c. a - 2.20 mt. : Terreno vegetale limo – argilloso, alterato.

- da - 2.20 a - 17.30 mt. : Alternanza di limi – argillosi e limo – sabbiosi a vario grado di consistenza. Presenza di orizzonti sabbioso - ghiaiosi tra - 12.40 e 15.00 mt.

- da - 17.30 mt. alle profondità investigate : Ghiaie eterometriche e sabbie con intercalazioni limose, argillose e sabbiose, sparse.

Per una visione di dettaglio si rimanda ai grafici penetrometrici / logs stratigrafici allegati a fine relazione.

Nei fori di sondaggio, in sede di indagine geognostica è stata rilevata la presenza di un livello freatico alla profondità di - 6.00 ÷ 8.60 mt. dal p.c. (Novembre 2021).

Tuttavia, in area vicinale (Dicembre 2019), e' stata rinvenuta la presenza di un livello freatico alla profondità di $-1.90 \div 2.60$ mt. dall'attuale p.c.

Tale livello e', comunque, da considerare relativo esclusivamente alla stagione attuale poiché, data la situazione topografica e la sensibile permeabilità dei terreni superficiali, nel corso dell' anno e delle varie situazioni meteorologiche si potranno avere variazioni anche rilevanti e relativamente veloci.

Come in precedenza ricordato, onde consentire una migliore ricostruzione lito - stratigrafica dell'area, sono state tracciate n° 2 sezioni piano - altimetriche ubicate come da planimetria allegata.

6.- SCHEMA STRATIGRAFICO E SUCCESSIONE LITOLOGICA

Come in precedenza ricordato, nella zona oggetto di indagine sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.) e n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPT-E), ubicate come da planimetria allegata.

La ricostruzione della sequenza litologica dell'area si è poi avvalsa dei risultati forniti dall'esecuzione di ulteriori n° 15 prove penetrometriche statiche, n° 1 CPT con punta elettrica e n° 1 S.-C.P.T. spinte alla profondità massima di 24.60 mt. dal p.c. effettuate in aree vicinali nel corso di precedenti lavori commissionati a codesto Studio (periodo: Dicembre 2018 ÷ Novembre 2021).

Il modello geologico di riferimento e l'assetto stratigrafico generale derivanti dalla campagna di indagini geognostica svolta sono visualizzate nell'ambito delle sezioni stratigrafiche riportate in allegato.

Sono stati individuati, complessivamente, n° 3 intervalli geo - litologici, così definiti sulla base dei rapporti stratigrafici e delle caratteristiche geomeccaniche competenti:

*- **Litotipo 1: Livello superficiale e/o terreno di riporto.** Terreni fortemente antropizzati e/o terreni di riporto di differente natura litologica, eterogenei, a tessitura prevalente limo - argillosa con sottili venature sabbiose. Grado di addensamento / coesione, estremamente variabili. Caratteristiche geomeccaniche variabili e generalmente scadenti.*

*- **Litotipo 2. Limi con argille a vario grado di consistenza.** Depositi alluvionali da mediamente consistenti a consistenti, con caratteristiche geotecniche sufficienti - discrete ed a contenuta compressibilità. Depositi la cui genesi è riconducibile ad ambienti di piana inondabile intercalati ai livelli ghiaiosi. Presenza di livelli decimetrici discontinui a maggior contenuto sabbioso, di limi argillosi più compressibili e di limi con argilla a maggiore compattezza.*

*- **Litotipo 3. Ghiaie alluvionali.** Orizzonti da decimetrici a metrici di depositi alluvionali di conoide dei Fiumi Parecchia ed Uso, costituite da ghiaie e ghiaie*

sabbiose a granulometria da media a grossa, a spigoli arrotondati. Matrice limo - argillosa variabile in funzione della tipologia di facies deposizionale. Talora presenza di lenti metriche limo - argillose discontinue ed a varie altezze del litotipo. La continuità dei vari orizzonti è anch'essa variabile in funzione dell'ambiente deposizionale; di sovente limitata in quanto essi non sono correlabili se non a piccola o media scala. Il litotipo presenta caratteristiche di compattezza ed addensamento elevate, scarsa compressibilità ed è dotato generalmente di caratteristiche geomeccaniche da buone ad ottime.

7.- GEOTECNICA

7.1.- Parametri geotecnici e modello geotecnico

Le caratteristiche ed i parametri geotecnici dei diversi orizzonti litologici presenti nell'area in esame sono stati determinati in base ai risultati delle prove penetrometriche statiche eseguite, da correlazione con altre indagini geognostiche / prove di laboratorio compiute in precedenza in prossimità dell'area in esame, dalle conoscenze geotecniche su terreni analoghi e limitrofi, nonché da notizie bibliografiche sulla zona.

Il tipo litologico dominante su tutta l'area è rappresentato da quello limo - argilloso con lenti di ghiaie sabbiose, che visualizzate su ampia scala, sono organizzate come interdigitazioni e non come strati continui.

Il modello geologico è, quindi, quello di uno spessore inferiore a 100 mt. di sedimenti depositi in ambiente e dominio continentale, interdigitati in giacitura sub - orizzontale al di sopra dei depositi di origine marina (in discordanza angolare per superficie erosiva) che rappresentano il substrato e costituiscono le strutture tettoniche sepolte legate all'orogenesi appenninica. Un contatto stratigrafico di particolare interesse litologico ed idrogeologico è inoltre rappresentato dal passaggio AES-AEI (corrispondente alla base del corpo grossolano A3/A4), alla profondità di circa 80 mt dal p.c., che definisce la base del Gruppo Acquifero "A", a contatto con il sottostante sistema AEI (Gruppo Acquifero B) costituito da spessi ed interconnessi orizzonti ghiaiosi a loro volta poggianti sulla formazione geologica di base. Tali significative differenze litologiche possono riflettersi in un altrettanto significativa differenza di rigidezza e comportamento meccanico dei terreni.

Stanti le premesse, i metodi utilizzati per il calcolo dei parametri geotecnici degli orizzonti litologici indagati, sono i seguenti:

- **Angolo di resistenza al taglio Φ** . Per stimare questo parametro è stata utilizzata la relazione di De Beer.

$$\Phi = 5.9 + 4.76 * (Rp/\sigma_v')$$

- **Coesione non drenata Cu.** Per stimare questo parametro è stata utilizzata la relazione di Lunne ed Eide (1976).

$$Cu = (Rp - \sigma_v) / K$$

- **Modulo Edometrico Ed.** Per stimare questo parametro è stata utilizzata la relazione di Sanglerat (1972).

$$Ed = \alpha * Rp$$

Ai livelli stratigrafici individuati sono stati attribuiti i parametri geotecnici medi.

Al fine di giungere però ad una stima ragionata e cautelativa dei parametri geotecnici, si sono determinati i loro valori caratteristici attraverso la determinazione statistica in modo che la probabilità che si verifichino i valori più sfavorevoli sia inferiore al 5% (5° percentile).

Una volta ricavati questi parametri caratteristici è possibile definire i parametri geotecnici più appropriati ai fini progettuali.

Pertanto, dall'elaborazione delle prove penetrometriche statiche condotte, da prove di laboratorio condotte su terreni simili e prossimi all'area d'indagine nonché dalle conoscenze dei terreni in esame, sono stati desunti, trattandosi di alternanze granulometricamente eterogenee, i parametri geotecnici di seguito indicati.

Ovviamente si tratta di valori medi, che andranno necessariamente verificati e ricalcolati in sede di progettazione esecutiva in quanto, sia per la variabilità areale tipica dei depositi alluvionali, che per le caratteristiche di progetto (che al momento si disconoscono), tali parametri saranno soggetti a variazioni talora rilevanti.

Livello superficiale e/o terreno di riporto (dal p.c. a - 0.80 ÷ 2.60 mt.) – Litotipo “1”):

Angolo di attrito interno c.d.

Valore caratteristico

$$Xk\phi = 16^\circ$$

Coesione drenata

$$C' = 0.0 \text{ Kg/cm}^2$$

Peso di volume

$$Y = 1.9 \text{ Kg/cm}^3$$

Peso di volume immerso

$$Y' = 0.9 \text{ Kg/cm}^3$$

Angolo di attrito

$$\phi_u = 0^\circ$$

Coesione in sforzi totali

Valore caratteristico

$$Xkcu = 0.36 \text{ Kg/cm}^2$$

Modulo edometrico

$$Eed = 32.85 \text{ Kg/cm}^2$$

Modulo elastico

$$Ei = 36.824 \text{ Kg/cm}^2$$

Modulo Poisson

$$Mv = 0.40$$

Modulo di Winkler

$$W = 1.6 \text{ Kg/cm}^3$$

Permeabilità

$$K = 5.44 * 10^{-6} \text{ cm/sec.}$$

Limi con argille a vario grado di consistenza (da -0.80 ÷ 2.60 mt. a - 12.80 ÷ 18.20 mt.) – Litotipo “2”):

Angolo di attrito interno c.d.	
Valore caratteristico	$Xk\phi = 21.0^\circ$
Coesione drenata	
Valore caratteristico	$Xkc' = 0.083 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di volume	$Y = 1.9 \div 2.0 \text{ Kg/cm}^3$
Peso di volume immerso	$Y' = 0.9 \div 1.0 \text{ Kg/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi_u = 0^\circ$
Coesione in sforzi totali	
Valore caratteristico	$Xkcu = 0.59 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$Eed = 51.78 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo elastico	$Ei = 54.96 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo Poisson	$Mv = 0.33$
Modulo di Winkler	$W = 3.2 \text{ Kg/cm}^3$
Permeabilità	$K = 6.17 \cdot 10^{-6} \text{ cm/sec.}$

Ghiaie alluvionali in matrice limo - sabbiosa. (da -12.80 ÷ 18.00 mt. alle profondità investigate) – Litotipo “3”:

Valore caratteristico	$Xk\phi = 34^\circ$
Coesione drenata	$C' = 0.0 \text{ Kg/cm}^2$
Peso di volume	$Y = 1.9 \text{ Kg/cm}^3$
Peso di volume immerso	$Y' = 0.9 \text{ Kg/cm}^3$
Angolo di attrito	$\phi_u = 0^\circ$
Modulo Poisson	$Mv = 0.32$
Modulo di Winkler	$W = 3.5 \text{ Kg/cm}^3$
Permeabilità	$K = 4.56 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec.}$

8.- NORME SISMICHE

8.1.- Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei

confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabili e pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tab. 8.1.1.

Tabella 8.1.1. – Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato

Stati limite		Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

8.1.2.- Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche **Categorie di sottosuolo**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Tabella 3.1.2.1. – Categorie di sottosuolo

- A- Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri;
- B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 300 m/s e 800 m/s;
- C- Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 e 360 m/s;
- D- Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con profondità del substrato superiori a 30 m.t. caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E- Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D**, con profondità del substrato non superiore a 30 mt

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell' opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 mt., la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H = 30$ m.t. nella precedente espressione e considerando la proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto riguarda l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S_i}}} \text{ [m/s]}$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

h_i = spessore (in metri) dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 8.1.3.1.):

Tabella 8.1.3.1.– Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

8.2.- Il quadro normativo di riferimento

Il panorama legislativo in materia sismica, è stato profondamente trasformato dalle ultime normative nazionali (Ordinanza PCM. n. 3274/2003, D.M. 159/2005, Ordinanza PCM. n. 3519/2006, le nuove Norme Tecniche per le costruzioni con D.M. del 14/01/2008 ed infine il recentissimo aggiornamento di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. del 20.02.2018 suppl. ord. n° 42).

Alla legislazione, si aggiunge il lavoro dell'Associazione Geotecnica Italiana, "aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica: linee guida". L'A.G.I., ha finora elaborato una edizione provvisoria del testo, pubblicata nel 2005.

L'Ordinanza PCM. n. 3274/2003, ha disposto nuovi criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo stabilendo in questo senso:

- una nuova classificazione dei Comuni nazionali, secondo quattro diversi gradi di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni;

- una nuova classificazione del sottosuolo, in "categorie di suolo di fondazione", basata sulla stima di alcuni parametri fondamentali (V_s , N_{spt} , c_u , profondità del bedrock). Ad ogni categoria, sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto.

L'OPCM 3274/2003, non è mai entrata in vigore, ma le classificazioni sono state riprese nel D.M. 159/2005, nell'ultimo D.M. 14/01/2008 e successivo aggiornamento di cui al D.M. 17 gennaio 2018. La tabella sottostante, riassume la classificazione del sottosuolo, secondo le citate "categorie".

Sulla base della ricostruzione geotecnico – geofisica dell'area è stato pertanto elaborato (Dicembre 2021) lo "Studio di Microzonazione Sismica di III° Livello ed Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) da parte del Dr. Geol. L. Del Maschio.

Le risultanze del predetto studio sono riportate in allegato a fine relazione.

Lo studio è stato sviluppato in ottemperanza al:

- **D.P.R. 380/2001**

- **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- **Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

- **Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- **D.M. 17 Gennaio 2018**

Norme Tecniche per le costruzioni.

- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

- **L.R. 19/2008**

"Norme per la riduzione del rischio sismico"

- **L.R. 24/2017**

"Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"

- **D.G.R. 630/2019**

"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, LR 24/2017)"

- **D.G.R. 476/2021**

"Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017)" di cui alla deliberazione della giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630."

Pertanto, sulla base delle indicazioni contenute nella DGR 630/2019 e DGR 476/2021, per l'area oggetto dell'intervento è stata effettuata analisi di RSL a cura del Dr. Geol. L. Del Maschio (riportata in allegato), per via analitica utilizzando sia le informazioni dedotte dalle indagini sismiche di caratterizzazione del sottosuolo sia il moto sismico.

La normativa di cui sopra prevede per l'area in oggetto:

- la perimetrazione dettagliata, a scala almeno 1:10.000 (preferibilmente di maggior dettaglio) delle aree indagate e i valori indicativi della pericolosità locale (indice di liquefazione, grado di stabilità, cedimenti attesi, ...);

- nel caso di analisi di risposta sismica locale, gli spettri di risposta riferiti a tali aree, per un periodo di ritorno $TR = 475$ anni con smorzamento $\xi = 5\%$ e le mappe di amplificazione in termini di PGA, SA1, SA2, SA3, SA4, SII, SI2, SI3, HSM e H0408, H0711, H0515, ovvero lo scuotimento in accelerazione (cm/s²) atteso al sito per gli intervalli di periodi $0,4s \leq T \leq 0,8s$, $0,7s \leq T \leq 1,1s$ e $0,5s \leq T \leq 1,5s$.

Per la ricostruzione del modello sismo e geologico-tecnico si rimanda alla succitata relazione di Micronozazione Sismica di III° Livello ed analisi di Risposta Sismica Locale, riportata in allegato.

9.- GEOTECNICA

9.1.- Opere di fondazione

*Dall' analisi della geologia e morfologia della zona, in considerazione della variazione areale tipica dei sedimenti alluvionali, dai risultati forniti delle indagini geognostiche condotte, della probabile presenza di carichi concentrati che possono determinare elevati cedimenti ammissibili o della incompatibilità di fondazioni dirette con le caratteristiche geotecniche dei terreni, ai fini dell'intervento edificatorio, stante l'assenza allo stato attuale di un progetto esecutivo anche di massima, è stata ipotizzata la realizzazione di **opere fondali profonde impostate su pali di tipo trivellato debitamente armati in tutta la loro lunghezza.***

*Si fa notare che, stanti le litologie presenti ed in considerazione della presenza di acqua, **la perforazione dovrà essere effettuata con l' ausilio di opportune tecniche di sostegno del foro durante la trivellazione.***

Il sistema fondale proposto, permette di ovviare alle mediocri caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, alle particolari caratteristiche di flessibilità del sottosuolo e della struttura ed alle escursioni stagionali del livello freatico.

Va' sottolineato altresì che la realizzazione di fondazioni profonde consentirà l' eliminazione di cedimenti differenziali dovuti alla non trascurabile disomogeneità di consolidamento degli strati più superficiali; infine il livello freatico, ed ancor più le sue periodiche fluttuazioni, non avrà alcuna influenza sugli strati immediatamente sottostanti il piano di fondazione, in quanto quest' ultimo è stato posizionato permanentemente al di sotto della superficie freatica.

Sulla base dei risultati forniti dall' esecuzione delle prove penetrometriche statiche (C.P.T.), correlabili ai valori di N_{SPT} si sono desunti / calcolati i parametri geotecnici in precedenza indicati.

La valutazione di capacità portante è stata quantificata in termini di parametri geotecnici medi stanti la rigidità della fondazione e l'eterogeneità dei litotipi sottostanti il piano di fondazione, che in termini di verifiche degli SLU dettati dalle nuove norme.

Ovviamente una verifica a livello geotecnico andrà fatta in fase di progettazione e a tal fine si renderà necessaria una opportuna integrazione alla campagna geognostica, con sondaggi e/o prove penetrometriche statiche ubicate all'estremità dei manufatti e/o eventualmente raffittite qualora si rinvenissero disomogeneità litologiche importanti. La parametrizzazione geotecnica del terreno andrà verificata a mezzo opportune analisi di laboratorio su campioni indisturbati di terreno opportunamente prelevati.

Di seguito, si definiscono i parametri relativi ad un fabbricato in classe d'uso II, vita nominale delle opere ≥ 50 anni, vita di riferimento di 50 anni e per un tempo di ritorno di 475 anni relativo allo "Stato Limite di Salvaguardia della Vita".

Tali valori sono validi esclusivamente per la porzione di terreno sottostante le fondazioni.

Stato Limite	Tr (anni)	$A_g(g)$	Fo	Tc* (s)
S.L. Operatività (SLO)	30	0.053	2.450	0.268
S.L. Danno (SLD)	50	0.067	2.445	0.285
S.L. Salvaguardia Vita (SLV)	475	0.185	2.489	0.301
S.L. Prevenzione Collasso (SLC)	975	0.242	2.499	0.315

Coefficienti sismici – Determinazione

- a)- Categoria sottosuolo: C;
b). Categoria topografica: TI.

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.42	1.34
Cc Coefficiente funz. Categoria	1.62	1.59	1.56	1.54
St Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00
Kh	0.016	0.020	0.063	0.091
kv	0.008	0.010	0.032	0.045
Amax (m/sec ²)	0.778	0.987	2.578	3.187
B	0.200	0.200	0.240	0.280

Per valutazioni delle capacità portanti e relativi cedimenti, si rimanda alla relazione geotecnica a firma dello Strutturista.

Il sistema fondale proposto, particolarmente rigido, permette di ovviare alle mediocri caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, alle particolari caratteristiche di flessibilità del sottosuolo e della struttura ed alle escursioni stagionali del livello freatico.

10.- INDIVIDUAZIONE DEGLI EFFETTI DEL SITO.

Il panorama legislativo in materia sismica, è stato profondamente trasformato dalle ultime normative nazionali (Ordinanza PCM. n. 3274/2003, D.M. 159/2005, Ordinanza PCM. n. 3519/2006, le nuove Norme Tecniche per le costruzioni con D.M. del 14/01/2008 ed infine il recentissimo aggiornamento di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. del 20.02.2018 suppl. ord. n° 42).

In alternativa ai metodi analitici e valutativi, soprattutto in assenza o carenza di sufficienti informazioni o approfondimenti geotecnici e geofisici, per quanto concerne i fenomeni di amplificazione sismica si può far riferimento a scenari geologici predeterminati.

A tal proposito Provincia di Rimini e Regione Emilia Romagna per evidenziare gli effetti di sito in caso di eventi sismici, hanno sottoscritto un protocollo d'intesa finalizzato all'individuazione degli scenari "tipo".

Al fine di prevenire e ridurre il rischio sismico nell'ambito della formazione di strumenti urbanistici, si farà riferimento alla "Indagine Sismica Preliminare" di cui alla delibera del Consiglio Regionale n° 2407 del 02.02.1984.

In particolare si potrà far riferimento alla scheda riepilogativa che ha redatto la Provincia di Rimini allegata alla propria nota del 05.12.2005 prot. n° 64066, nella quale si riassumono le caratteristiche fisiche del territorio che possono dare origine ad effetti di sito ed instabilità dei terreni in caso di eventi sismici.

Il Testo Unico "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto 14.09.2005, dell'OPCM e dell' EC8, ai fini della definizione della azione sismica di progetto, definisce le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

- A- Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri;*
- B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;*
- C- Deposit** di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 e 360 m/s;*

D- Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 mt. caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;

E- Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 mt.

Pertanto, con riferimento alla nota della Provincia di Rimini, l'area in oggetto per proprie caratteristiche fisiche e geomorfologiche, può essere classificata come:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 e 360 m/s; – categoria del suolo: C.

Nelle definizioni precedenti V_{Seq} è la velocità media di propagazione entro 30 mt. di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{Si}}} \quad [m/s]$$

dove :

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Inoltre, ai fini dell'applicazione delle norme, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A. I valori di a_g espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

Tra i parametri geotecnici la cui conoscenza è fondamentale, vi è il modulo di taglio G_0 .

Tale parametro rappresenta la rigidità iniziale del terreno, cioè nell'istante immediatamente precedente il terremoto ed è quindi una misura della rigidità del terreno nel suo stato naturale.

Tale parametro è legato alla velocità delle onde S dalla relazione:

$$G_0 = P V_s^2$$

dove P è la densità del terreno.

La misura di G_0 può essere diretta od indiretta e può essere effettuata con prove dinamiche in sito e in laboratorio (monotoniche e cicliche).

Le prove in sito forniscono in genere risultati più affidabili per via del disturbo dei campioni, particolarmente elevato soprattutto nei terreni sabbiosi.

La misura indiretta può essere ottenuta o attraverso la misura delle onde P (con prove sismiche a riflessione o a rifrazione) oppure utilizzando correlazioni empiriche, semplici o multiple, che legano G_0 (o V_s) ad alcuni parametri geometrici (profondità del deposito o geotecnici desunti da prove in sito (numero dei colpi della prova SPT, resistenza alla punta da prove CPT, pressione di confinamento) – o da prove di laboratorio (pressione di confinamento, indice dei vuoti, indice di plasticità, grado di consolidazione).

In questa sede, la velocità di V_{S30} è calcolata è stata calcolata partendo da n° 1 prova HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio) e n° 1 indagine sismica in array 2D (ESAC) eseguite sul lotto in esame i cui elaborati grafici sono allegati alla presente relazione.

Relativamente al profilo di V_s con la profondità e alla determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle V_{S30} , emerge un valore di V_{S30} (modello medio) pari 244 m/sec.

10.1.- OSSERVAZIONI INERENTI LA R.S.L. DEL SITO

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l' elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

*T*C* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In riferimento al calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica dell'area individuata, si rimanda allo Studio di Microzonizzazione Sismica di III° Livello ed Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) redatta dal Dr. Geol. L. del Maschio a Dicembre 2021 e condotta secondo la - D.G.R. 476/2021 "Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017)" di cui alla deliberazione della giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630."

11.- VERIFICA A LIQUEFAZIONE

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha diffuso, nell'ambito del Progetto DISS3, le informazioni riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico – tettoniche delle sorgenti sismogenetiche presenti sul territorio nazionale.

Più nel dettaglio la banca dati DISS 3.1 indica che il territorio di Rimini si colloca a Sud Ovest di due aree sismogenetiche: la ITCS 039 – "Riminese onshore" e la ITCS 030 – "Riminese onshore".

A queste aree sismogenetiche vengono attribuite le magnitudo massime di $M_W = 5.7$ per la prima e $M_W = 5.9$ per la seconda e dunque l'area è caratterizzata da terremoti storici che hanno raggiunto elevate intensità.

*Tuttavia l'area in studio è inserita all'interno della **zona sismogenetica n. 917** (Rimini - Ancona) nell'ambito della zonazione "ZS9" definita dal "Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica" dell'INGV. Nel rapporto conclusivo al paragrafo 6.3 sono stati individuati due tipi di valori (Rapporto Conclusivo GdL INGV, 2004). A tal proposito in "Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica" (anno 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile) si raccomanda l'adozione del valore di $M_{wmax2} = 6.14$, come richiamato al paragrafo 2.8.2, definito come metodo semplice e in favore della sicurezza per stimare il valore della magnitudo che può essere utilizzata **per le verifiche di stabilità e di liquefazione dei terreni e/o progettazione di opere**. Rimane in ogni caso in ambito discrezionale del progettista l'adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opera e delle relative classe d'uso, tempi di ritorno, vita nominale e grado di rischio.*

La zona oggetto di studio, come in precedenza ricordato, è caratterizzata dalla presenza, di depositi granulometricamente compresi tra limi ed argille con intercalazioni limo – sabbiose di limitato spessore e, talora, ghiaioso – sabbiose, metriche.

La normativa vigente richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione se il terreno saturo si trova ad una profondità superiore a 15 m o se $a_g S < 0,15g$ e, contemporaneamente, si verifica una delle seguenti condizioni:

- a) contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- b) contenuto di limo superiore al 35% e resistenza $N_{1,60} > 20$;
- c) frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Come la normativa europea, quella italiana ritiene che la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Pertanto, i litotipi presenti sull'area oggetto d'indagine sono stati analizzati dal punto di vista della suscettibilità a liquefazione; è stata considerata cautelativamente, una magnitudo $M_w = 6.14$ determinata dall'intensità della sorgente sismogenetica più prossima seppure rimanga in ogni caso in ambito discrezionale del progettista l'adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opera e delle relative classe d'uso, tempi di ritorno, vita nominale e grado di rischio.

Date le finalità dello studio e la tipologia delle opere in progetto per tutte le analisi circa la potenziale liquefacibilità e la stima dei cedimenti post-sismici attesi, in questa fase cautelativamente si è fatto riferimento al piano campagna attuale estendendo le analisi entro i primi 20 mt dal p.c., profondità oltre la quale il fenomeno è inibito dalla pressione litostatica e/o gli eventuali potenziali effetti in superficie risulterebbero di scarsa rilevanza se non del tutto ininfluenti.

Le verifiche possono essere effettuate con metodologie di tipo storico – empirico fra cui quelle basate su prove CPT con particolare riferimento al metodo di “Robertson”, specificamente ritenuto adeguato per le caratteristiche dei terreni in studio e raccomandato nelle Linee Guida AGI 2005.

Come verificato al precedente paragrafo 6.1.1, l'accelerazione massima al suolo libero attesa risulta pari a $A_{max}=0.294 g$.

La verifica di calcolo è stata effettuata come da normativa attraverso l'utilizzo del software CLiq vers. 3.3.1.13 della software house Geologismiki attraverso l'utilizzo delle prove CPT-E n° “C” ed “E” effettuate in sito, rappresentative della situazione

locale e sufficientemente profonda discretizzando la stratigrafia secondo strati di 1 cm nonché avvalendosi di formule semplificate (metodologia di Robertson - Wride modificata, 2009) rapportabili a parametri probabilistici. La verifica è stata condotta in considerazione di un **livello di falda pari a - 2.00 mt dal p.c.** attuale con una magnitudo momento **$M_w = 6.14$** .

L'analisi è stata eseguita utilizzando uno dei metodi più accreditati dal mondo accademico e scientifico, basato su un proprio fattore caratteristico di scala della magnitudo ($MSF = Idriss, 1997$) e propri coefficienti riduttivi ($R_d - K_\alpha - K_\sigma$) atti a determinare i valori di CRR (cyclic resistance ratio) e CSR (cyclic stress ratio) per ciascuno strato, necessari a definirne il rispettivo FS (fattore di sicurezza) rispetto ad una soglia limite di riferimento prefissata (nel caso in esame $FS = 1.25$).

Nel caso specifico, visti i valori di resistenza alla liquefazione (terreni incoerenti) e alla degradazione ciclica (terreni coesivi), nell'ipotesi di condizioni free-field (campo libero), si ritiene che il potenziale di liquefazione dei terreni (riferito al piano campagna attuale) ed i relativi cedimenti risultino sostanzialmente omogenei.

In linea generale emerge il fatto che, a meno di modeste differenze litostratigrafiche, gli ambiti di IPL secondo Sonmez, 2003, adottando la soglia di $FS=1.25$, indicano per il sito in esame **un potenziale ed una probabilità di liquefazione generalmente "Basso"**.

Il valore dell'indice di liquefazione potenziale (L.P.I.) risulta compreso tra 4.252 (Cpt-e "E") e 6.648 (Cpt-e "C") secondo l'elaborazione proposta da Boulanger & Idriss, 2014.

Gli orizzonti che contribuiscono maggiormente a tale aspetto sono quelli rinvenibili al tetto delle sequenze stratigrafiche rilevate in corrispondenza dei punti d'indagine.

In conclusione, in base alle suddette considerazioni ed ai parametri di analisi adottati, si ritiene che il potenziale di liquefazione dei terreni sia generalmente basso e che, eventuali fenomeni di liquefazione, possano dar luogo a manifestazioni superficiali ridotte.

Si ribadisce comunque che **rimane in ogni caso in ambito discrezionale del progettista l'adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opera e delle relative classe d'uso, tempi di ritorno, vita nominale e grado di rischio.**

12.- CONCLUSIONI

L'indagine svolta ha evidenziato la presenza nell'area del fabbricato in progetto, di terreni a modeste caratteristiche geomeccaniche.

Stante il carattere preliminare dello studio, finalizzato all'individuazione delle condizioni di pericolosità del territorio, ci si è avvalsi dell'esecuzione di **n° 6 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (C.P.T.) – n° 3 CPT** realizzate a Luglio 2021 nell'ambito di un precedente lavoro commissionato a codesto Studio).

Le prove hanno raggiunto la profondità massima di 18.20 mt.

Con l'ausilio dello stesso strumento, sono state effettuate **n° 2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (C.P.T. - E)**, spinta alla **profondità massima di 17.56 mt. dall'attuale piano campagna.**

Le indagini geognostiche eseguite sono ubicate come da planimetria allegata.

La ricostruzione della sequenza litologica dell'area si è poi avvalsa dei risultati forniti dall'esecuzione di ulteriori **n° 15 prove penetrometriche statiche, n° 1 CPT con punta elettrica e n° 1 S.-C.P.T.** spinte alla profondità massima di 24.60 mt. dal p.c. effettuate in aree vicinali nel corso di precedenti lavori commissionati a codesto Studio (periodo: Dicembre 2018 ÷ Novembre 2021).

Nei fori di sondaggio, **in sede di indagine geognostica è stata rilevata la presenza di un livello freatico alla profondità di – 6.00 ÷ 8.60 mt. dal p.c. (Novembre 2021).** Tuttavia, in area vicinale (Dicembre 2019), **e' stata rinvenuta la presenza di un livello freatico alla profondità di – 1.90 ÷ 2.60 mt. dall'attuale p.c.**

Tale livello e', comunque, da considerare relativo esclusivamente alla stagione attuale poiché, data la situazione topografica e la sensibile permeabilità dei terreni superficiali, **nel corso dell' anno e delle varie situazioni meteorologiche si potranno avere variazioni anche rilevanti e relativamente veloci.**

Nel corso del presente lavoro sono state inoltre effettuate dal Dr. Geol. Lorenzo del Maschio, **n° 1 prova HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio) e n° 1 indagine sismica in array 2D (ESAC)** per la determinazione della velocità delle onde di taglio nei primi 30 mt. di profondità (V_{S30}) e delle frequenze caratteristiche del sito.

Le risultanze dell'indagine geognostica hanno permesso una ricostruzione stratigrafica dell'area e consentito di formulare un modello geotecnico della stessa.

Per la parametrizzazione geotecnica dei terreni si è fatto riferimento sia alle correlazioni con R_p e C_u dalle prove penetrometriche statiche condotte.

In questa prima fase di indagine sono state schematizzate variazioni verticali nella natura del sottosuolo ed è stato costruito un modello di risposta geomeccanico formulato a grande scala che, data la sua genericità, andrà verificato in fase di esecuzione del singolo edificio.

Infatti i risultati ottenuti rispecchiano valori puramente indicativi che andranno necessariamente ricalcolati adeguandoli all'effettivo dimensionamento strutturale delle opere in progetto.

Poiché in questa sede ci si è limitati a fornire un parere circa l'edificabilità del comparto, dall' analisi della geologia e morfologia della zona, in considerazione della variazione areale tipica dei sedimenti alluvionali, dai risultati forniti delle indagini geognostiche condotte, della probabile presenza di carichi concentrati che possono determinare elevati cedimenti ammissibili o della incompatibilità di fondazioni dirette con le caratteristiche geotecniche dei terreni, ai fini dell'intervento edificatorio, stante l'assenza allo stato attuale di un progetto esecutivo anche di massima, è stata

ipotizzata la realizzazione di opere fondali profonde impostate su pali di tipo trivellato debitamente armati in tutta la loro lunghezza.

Si fa notare che, stanti le litologie presenti ed in considerazione della presenza di acqua, la perforazione dovrà essere effettuata con l'ausilio di opportune tecniche di sostegno del foro durante la trivellazione.

Resta inteso che una verifica a livello geotecnico andrà fatta in fase di progettazione ed a tal fine si renderà necessaria una opportuna integrazione alla campagna geognostica, con sondaggi e/o prove penetrometriche statiche ubicate all'estremità dei manufatti e/o eventualmente raffittite qualora si rinvenissero disomogeneità litologiche importanti. La parametrizzazione geotecnica del terreno andrà verificata a mezzo opportune analisi di laboratorio su campioni indisturbati di terreno opportunamente prelevati.

Come ricordato in precedenza, su area adiacente a quella d'intervento, sono state condotte n° 1 prova HVSR (Horizontal to vertical Spectral Ratio) e n° 1 indagine sismica in array 2D (ESAC) eseguite sul lotto in esame i cui elaborati grafici sono allegati alla presente relazione.

*Relativamente al profilo di V_s con la profondità e alla determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle $V_{s_{30}}$, emerge un valore di $V_{s_{30}}$ (modello medio) pari **244 m/sec.***

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 17 gennaio 2018 recante "norme tecniche per le costruzioni", entrata in vigore a partire dal 22 marzo 2018.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, sulla base del profilo stratigrafico indagato, l'area in oggetto, per proprie caratteristiche fisiche e geomorfologiche, può essere classificata come:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 e 360 m/s; – ***categoria del suolo: C.***

La riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003) ha previsto che tutto il territorio nazionale sia classificato come sismico, con diversi gradi di pericolosità.

La nuova classificazione e le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni hanno portato all'emanazione di indirizzi per la mitigazione del rischio sismico.

Pertanto, sulla base delle indicazioni contenute nella DGR 630/2019 e DGR 476/2021, per l'area oggetto dell'intervento è stata effettuata analisi di RSL a cura del Dr. Geol. L. Del Maschio (riportata in allegato).

*Dalle risultanze emerse nonché valutate le condizioni morfologiche, idrogeologiche e litologiche dell'area in esame **non** essendo la stessa classificabile tra:*

- aree soggette a liquefazione e densificazione;*
- aree instabili e potenzialmente instabili;*
- aree in cui le coperture hanno uno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti,*

si può ritenere l'area summenzionata **non compresa** entro quelle suscettibili di ulteriore approfondimento d'indagine.

Pertanto, sulla base delle verifiche e considerazioni sopra esposte si può affermare che l'intervento in progetto non inciderà sul quadro generale di stabilità e situazione idrogeologica della zona per cui si esprime parere positivo di fattibilità.

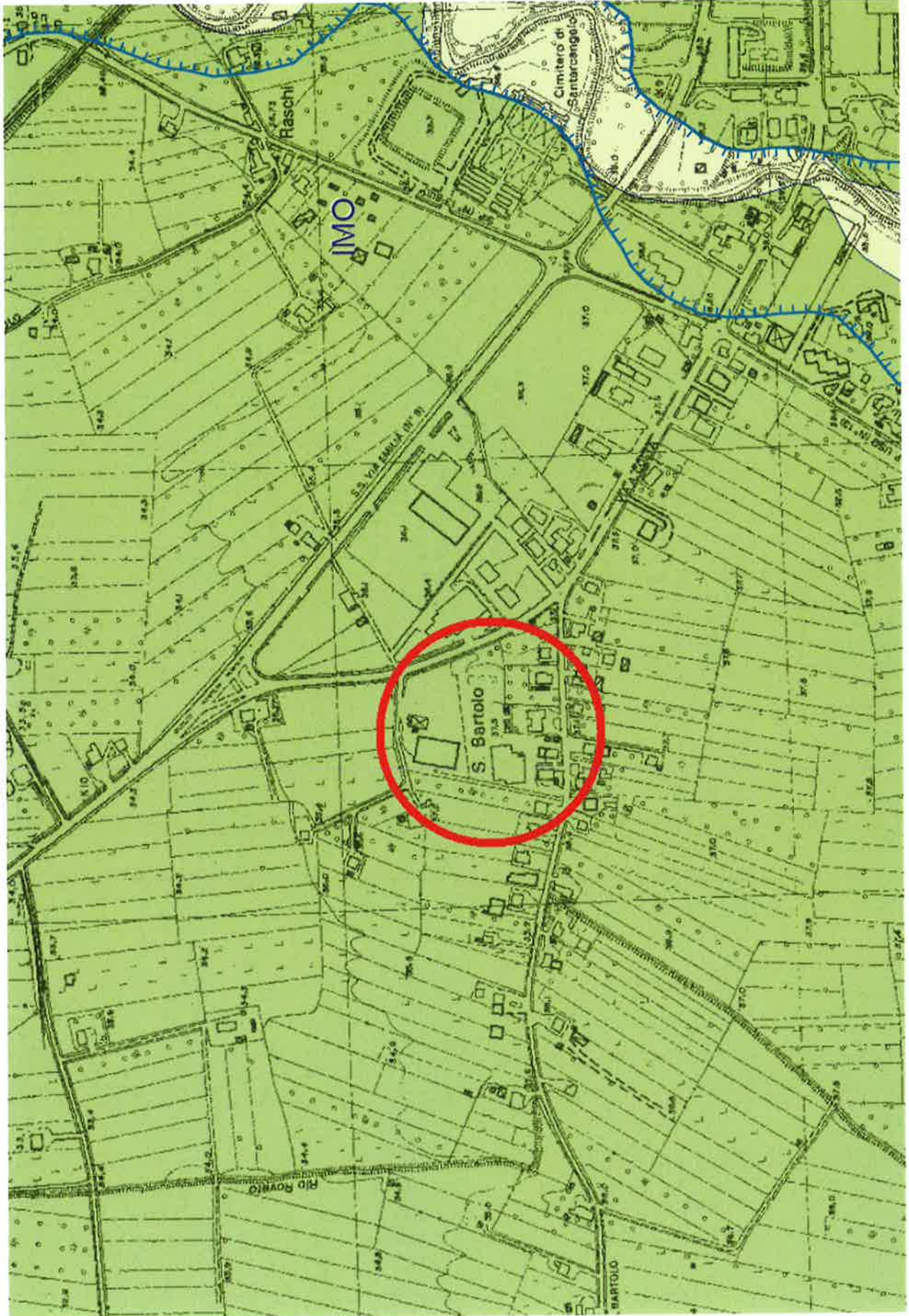
Infine, per qualsiasi problema geologico in cantiere durante le fasi di scavo o per l'eventuale ritrovamento di condizioni geologiche e geotecniche difformi da quelle prospettate con l'esecuzione delle prove penetrometriche, si consiglia la presenza di un Geologo in cantiere.

Santarcangelo di R., Dicembre 2021.



***RELAZIONE GEOLOGICA ALLEGATA AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO,
AMBITO APC.N.2.3.(b) SOCIETA' EDIL IMPIANTI 2 S.R.L. PER LA
REALIZZAZIONE DI STRUTTURE PRODUTTIVE, SU AREA POSTA PRESSO
VIA A. COSTA - VIA SAN BARTOLO, FRAZIONE SAN BARTOLO, IN COMUNE
DI SANTARCANGELO - RN -.***

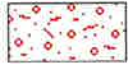
ALLEGATI



SEZIONE 256100 - SANTARCANGELO DI ROMAGNA

DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA
(solo quelle rappresentate in forma poligonale)

Depositi quaternari continentali



a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento



a3 - Deposito di versante s.l.



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano



AES8 - Subsistema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena



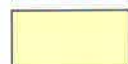
IMO - Sabbie di Imola



SVG - Arenarie ed argille di Savignano



SVGa - Arenarie ed argille di Savignano - litofacies sabbiosa della Grotta Rossa



FAA - Argille Azzurre

In Provincia di Forlì-Cesena

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

AES8 - Subsistema di Ravenna

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. Argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di traccimazione fluviale (piana inondabile, argine, e traccimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. A tetto suoli, variabili da non calcarei a calcarei, a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente meno di 150 cm, e a luoghi parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi e limosi grigi e grigio scuri, arricchiti in sostanza organica, di piana inondabile non drenata, palude e laguna passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvion Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità circa 28 metri.

Pleistocene sup. - Olocene

AES8a - Unità di Modena

Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Limite inferiore inconforme, marcato da una superficie di erosione fluviale lateralmente correlata a un suolo da decarbonatato a parzialmente carbonatato contenente resti archeologici di età dal Neolitico al Romano. Lo spessore massimo dell'unità è generica

Olocene

IMO - Sabbie di Imola

Arenarie e sabbie da medie a finissime, generalmente poco cementate, in strati spessi e molto spessi, mal definiti, frequentemente amalgamati fra loro, con livelli di ghiaia contenente abbondanti ciottoli silicei. Stratificazione incrociata ad alto e basso angolo, piano-parallela e con strutture tipo hummocky. Sono presenti rare intercalazioni, centimetriche e decimetriche, di peliti, talora fortemente bioturbate, con locali laminazioni ondulate tipo ripples da onda. Nella parte alta, sono localmente presenti intercalazioni conglomeratiche a matrice sabbiosa (IMOa) con ciottoli derivanti da unità liguridi e dalla successione epiligure. Limite inferiore discordante su SVG e SVGa. Limite superiore erosivo discordante con AEI (in aree limitrofe) e AES. Depositi di ambiente litorale. Potenza massima affiorante circa 60 metri, superiore ai 150 m nel sottosuolo.

Pleistocene medio (0,8-0,65 MA)

SVG - Arenarie ed argille di Savignano

Alternanza di strati sottili e molto sottili, raramente medi, di argille grigio chiare, beige all'alterazione, e arenarie fini e finissime, poco cementate, talora lenticolari, A/P da <<1 crescente verso l'alto e lateralmente. Depositi di piattaforma. Limite inferiore graduale su FAA per aumento della frazione pelitica. Potenza massima affiorante circa 200 metri.

Pleistocene inf.

In Provincia di Rimini

Depositi quaternari continentali

a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

a3 - Deposito di versante s.l.

Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

Ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie. Sono talora fissati da vegetazione (b1a).

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

AES8 - Subsintema di Ravenna

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

Pleistocene sup. - Olocene

AES8a - Unità di Modena

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive.

Olocene

IMO - Sabbie di Imola

Arenarie e sabbie da medie a finissime, generalmente poco cementate, in strati spessi e molto spessi, mal definiti, frequentemente amalgamati fra loro, con livelli di ghiaia contenente abbondanti ciottoli silicei. Stratificazione incrociata ad alto e basso angolo, piano-parallela e con strutture tipo hummocky. Sono presenti rare intercalazioni, centimetriche e decimetriche, di peliti, talora fortemente bioturbate, con locali laminazioni ondulate tipo ripples da onda. Nella parte alta, sono localmente presenti intercalazioni conglomeratiche a matrice sabbiosa (IMOa) con ciottoli derivanti da unità liguridi e dalla successione epiligure. Depositi di ambiente litorale. Limite inferiore discordante su SVG e SVGa, Limite superiore erosivo discordante con AES. Potenza massima affiorante circa 60m, superiore ai 150m nel sottosuolo.

Pleistocene medio (0,8-0,65 MA)

SVG - Arenarie ed argille di Savignano

Alternanza di strati sottili e molto sottili, raramente medi, di argille grigie chiare, beige all'alterazione, e arenarie fini e finissime, poco cementate, talora lenticolari, A/P da <<1 crescente verso l'alto e lateralmente. Depositi di piattaforma. Limite inferiore graduale su FAA per aumento della frazione pelitica. Limite superiore graduale, parzialmente eteropico, con SVGa e discordante con IMO. Potenza massima affiorante circa 200m.

Pleistocene inf.

SVGa - Arenarie ed argille di Savignano - litofacies sabbiosa della Grotta Rossa

Arenarie medie e fini, mal cernite, in strati spessi e molto spessi frequentemente amalgamati, con tritume conchigliare associato a laminazione ondulata. Sono presenti intercalazioni metriche e decimetriche di peliti grigio-azzurre contenenti faune marino-marginali. Limite inferiore graduale rapido, parzialmente eteropico, con SVG. Limite superiore discordante con IMO. Potenza estremamente variabile, fino ad una massimo di circa 100 metri.

Pleistocene inf.

FAA - Argille Azzurre

Argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Sono talora diffusi slumps con olistoliti di gesso derivati da unità evaporitiche. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2; paraconcordante su FCO. Limite superiore graduale, per aumento della frazione sabbiosa, con SVG. Depositi di scarpata e base scarpata. Potenza complessiva affiorante di circa 700 m.

Piacenziano - Gelasiano (biozone MNN16a-MNN18)

AUTORITA' INTERREGIONALE DI BACINO MARECCHIA - CONCA

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) PROGETTO DI VARIANTE 2016

(Deliberazione del Comitato Istituzionale n°1 del 27.04.2016)

Territorio del Comune di **SANTARCANGELO DI ROMAGNA**



TAVOLA 1

Scala 1 : 10.000

Il presente elaborato grafico non sostituisce i contenuti e l'efficacia degli elaborati di Piano del P.A.I..

Elaborazione
a cura dell'Autorità Interregionale
di Bacino Marecchia - Conca

Segreteria Tecnico - Operativa

Luglio 2016

Legenda



Confini comunali



Alveo (art. 8)



Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-interventi (art. 9)



Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione post-interventi (art. 9)



Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica (art. 9)



Delimitazione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni (art. 10)



Attraversamenti non adeguati



Numero progressivo

Corso d'acqua

Livello di rischio
(nel caso di ponti T5 o T2 a seconda della criticità a 50 o 200 anni)



Calanchi (art. 14)



Abitati dichiarati da consolidare ex L.445/1908 nel territorio della Regione Emilia-Romagna (Art. 14, comma 3 lett. e; Art. 15, comma 3 lett. e; Art. 16, comma 3 lett. d)



Aree in dissesto per fenomeni in atto (art. 14)



Aree di possibile influenza del dissesto nelle frane di crollo (art. 15)



Aree di possibile evoluzione del dissesto e frane quiescenti (art. 16)

NN_R Codice identificativo di area a rischio elevato e/o molto elevato (Perimetrazione di cui all'Allegato 2A)

NN_P Codice identificativo di area a pericolosità elevata e/o molto elevata (Perimetrazione di cui all'Allegato 2B)

Aree in dissesto da assoggettare a verifica (art. 17)



Attiva



Quiescente



Aree verificate (ex art. 17)



Frana non cartografabile attiva



Frana non cartografabile quiescente



PTCP 2007
Adozione: delib. C.P. n. 64 del 31/07/2007
Approvazione: delib. C.P. n. 6 del 23/10/2008
Pubblicazione: BUR n. 186 del 5/12/2008

VARIANTE 2012 :
Adozione: delib. C.P. N. 35 del 31/07/2012
Approvazione: delib. C.P. N. _____
Pubblicazione: _____

**Piano Territoriale di
Coordinamento
Provinciale**

Stefano Vitali
Presidente
Provincia di Rimini

Vincenzo Mirra
Assessore all'Urbanistica,
Pianificazione territoriale,
Mobilità e Trasporti, Tutela e
Difesa del Suolo, Aree
Produttive, Politiche per la Casa

Carmelo Cilia
Segretario Generale

pTcP 2007 - VARIANTE 2012

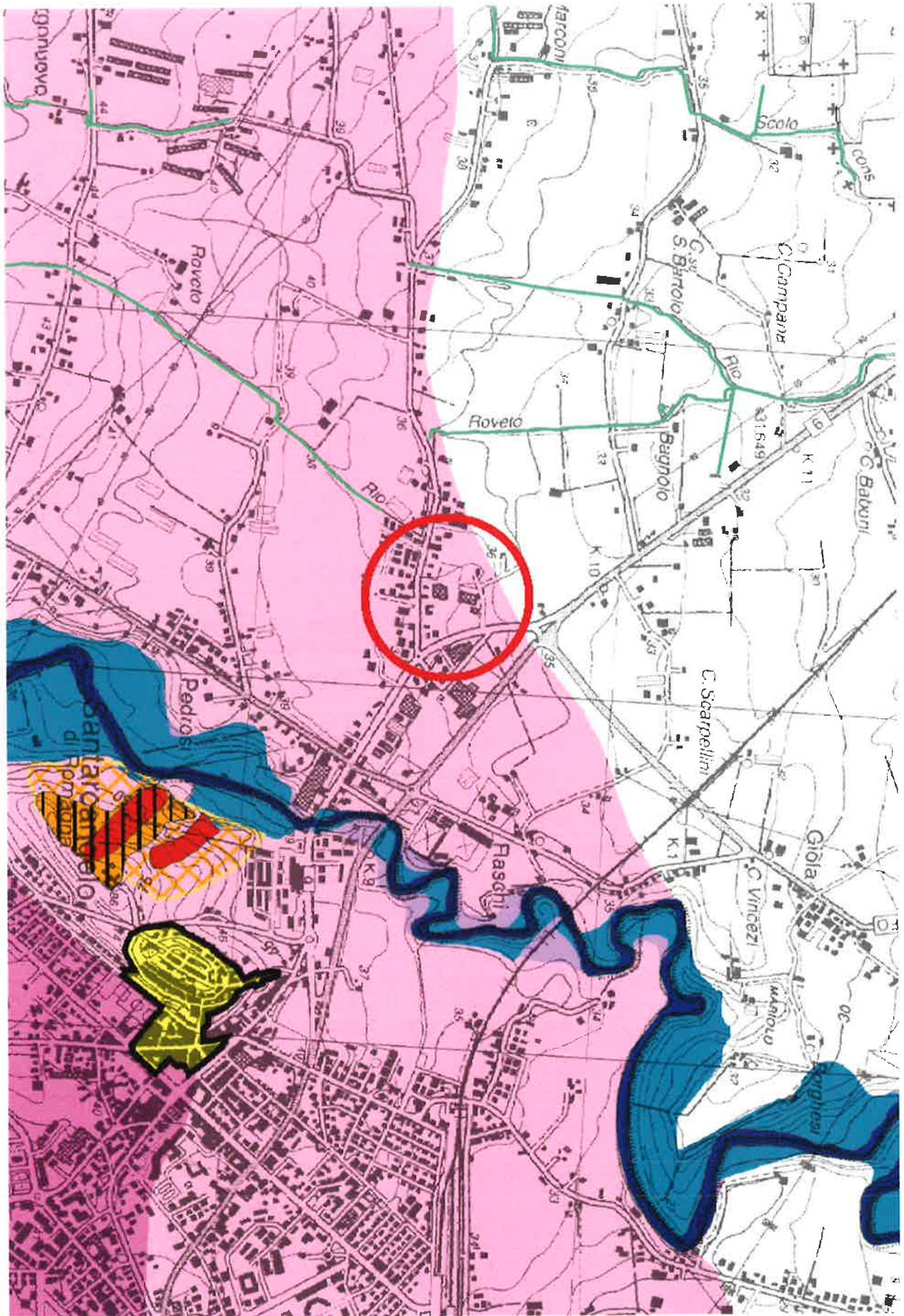


Tav D
1/3

Rischi Ambientali




Dicembre 2012

Scala 1:25.000








Legenda














AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico principale (art. 2.2)
-  Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico minore (art. 2.2)
-  Aree esondabili (art. 2.3)

AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

-  Bacino Marecchia e Conca (art. 3.6)
-  Aree di ricarica della falda idrogeologicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.3)
-  Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
-  Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
-  Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)

AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

-  Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi verificati (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti verificati (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Aree di possibile influenza di frane di crollo (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi da verificare (art. 4.1 commi 3 e 7)
-  Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti da verificare (art. 4.1 commi 6 e 7)
-  Depositi di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
-  Depositi di versante verificati (art. 4.1 comma 11)
-  Depositi eluvio-colluviali e antropici (art. 4.1 comma 12)
-  Abitati da consolidare (art. 4.2)
-  Calanchi (art. 4.1 commi 3, 4 e 7)
-  Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
-  Scarpate (art. 4.1 comma 13)
-  Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 8.6)



GEOCOOP RIMINI
Soc. Coop. a Responsabilità Limitata
SOCIETÀ DI GEOLOGIA TECNICA ED AMMINISTRATIVA
Via Repubblica, 76 - 47918 Milano-Ardiano (RN)

elaborazione cartografica



Geologia
Tecnologia per il territorio

Piazza Michelangelo
47022 Santarcangelo di R. (RN)
Tel. - Fax 0541/88073
www.geologia.it - info@geologia.it

Comune di Santarcangelo di Romagna
Provincia di Rimini

Oggetto:

P.S.C.
Piano Strutturale Comunale 2008

Indagine Geologica

Titolo:

Carta dell'idrografia superficiale

Tipa:

C.T. Provincia Rimini

Elaborato n°:

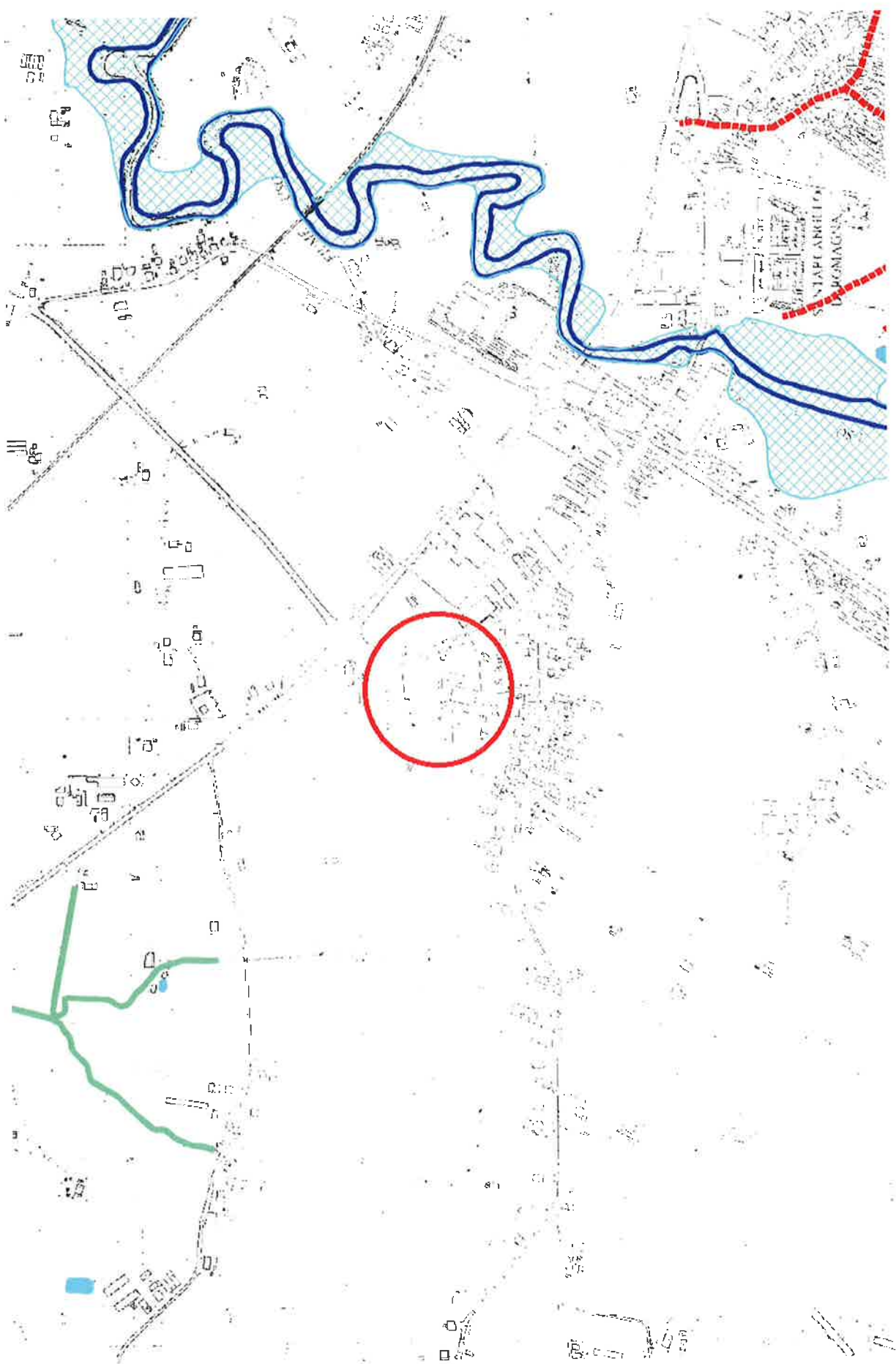
4

Scala:

1:10000

Data:

Febbraio 2008



Legenda

 Alveo attuale, corsi d'acqua principali


 Corsi d'acqua secondari

 Aree esondabili

 Laghi

 Invasi e bacini di ritenuta secondari

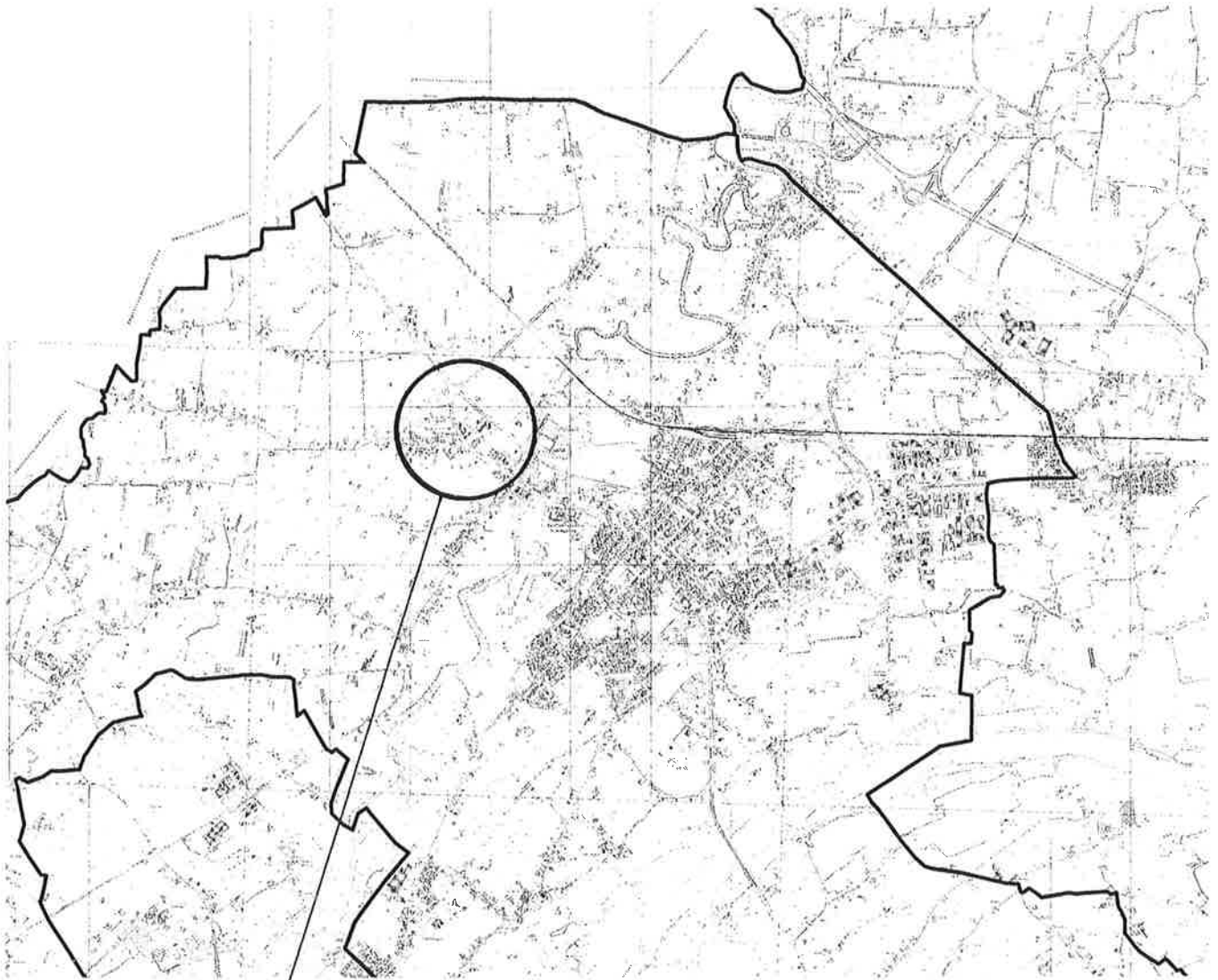
 Crinali - Spartiacque principali

 Ambiti di tutela pozzi e prelievi idrici
1-galleria drenante Fiume Marecchia
2-pozzo Bomaccino 1
3-pozzo Bomaccino 2

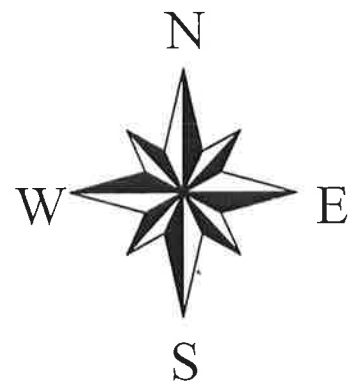
 Area morfologicamente depressa

 Confine comunale

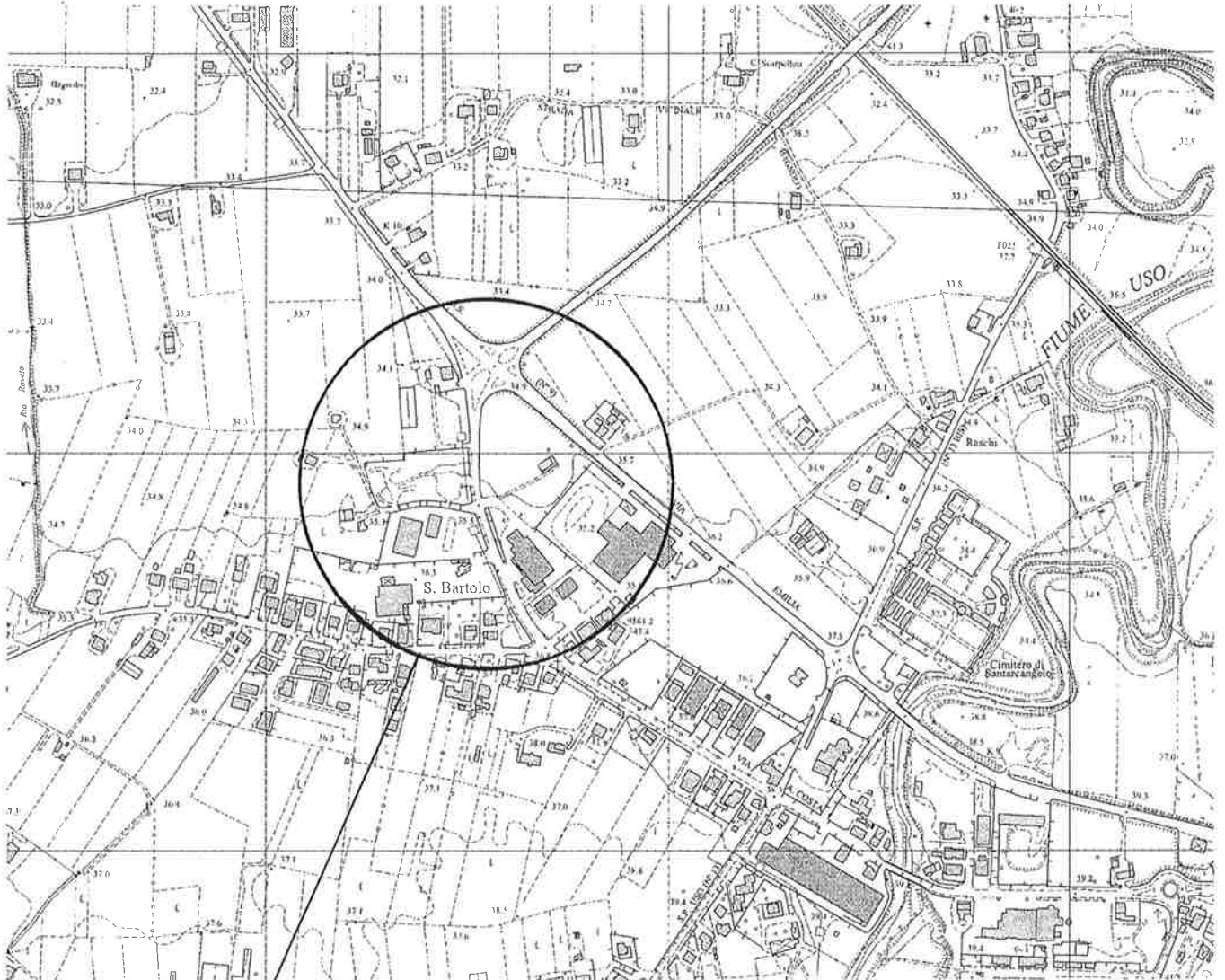
PLANIMETRIA scala 1 : 25.000



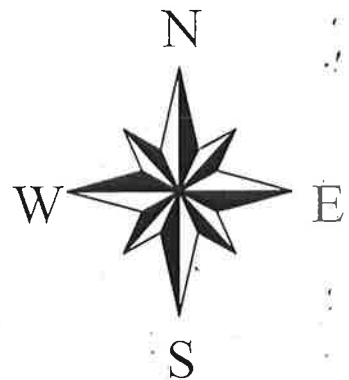
Area in esame



PLANIMETRIA scala 1 : 5.000



Area in esame



PLANIMETRIA DI PROGETTO

(da Tavola 03 – Planimetria di Progetto PUA Tipo – Dr. Arch. GIOVANNI GAVELLI
– periodo: Dicembre 2021).



EDIL IMPIANTI 2
TRATTAMENTI ACQUE SUPERFICIE RIVILE E INDUSTRIALI

COMUNE DI SANTARCANGELO

PROGETTO DI P.U.A.

**AREA APC.N.2.3 (b) - Frazione di San Bartolo,
Comune di Santarcangelo di Romagna,
Via A. Costa, via San Bartolo**

TAV. 03

OGGETTO :

PUA TIPO:

- PLANIMETRIA DI PROGETTO
PUA TIPO

- TABELLE DATI

SCALA: 1:500

DATA: DICEMBRE 2021

TECNICI COLLABORATORI:

Rilievo topografico:

**TOPOCAD - Studio associato Geometri
Nevio Semprini, Davide Filipucci, Alan Bertozzi**

Relazione geologica:

Dott. Geol. FRANCO BATTISTINI

Progettista collaboratore verde pubblico:

Dott. For. FILIPPO PIVA

Progettista collaboratore invarianza idraulica,
reti fognature:

Ing. MASSIMO PLAZZI

Progettista collaboratore reti acqua, gas,
antincendio:

Ing. MICHELANGELO COSTA

Progettista collaboratore reti E-distribuzione,
Pubblica Illuminazione, Telecom e Fibra ottica:

P.I. ANDREA PADOVANI

Documentazione impatto acustico:

MONITORA - Dott. Andrea Nisi

Valutazione di sostenibilità ambientale:

Ing. DANTE NERI

01

INDIVIDUAZIONE: INDIVIDUAZIONE AREA SU IMMAGINE SATELLITARE - scala 1:5.000; PLANIMETRIA CATASTALE - scala 1:2.000; TAV. 1A DEL RUE - SCALA 1:5.000; TAVOLE 1B, 2B, 3B DEL PSC - scala 1:5.000.

02

RILIEVO: RILIEVO PLANOALTIMETRICO AREA - scala 1:500; SEZIONI - scala 1:500.

03

PUA TIPO: PLANIMETRIA "PUA TIPO" - scala 1:500; TABELLE DATI.

04

SISTEMAZIONE LOTTO: PLANIMETRIA DI PROGETTO - SISTEMAZIONE LOTTO PRIVATO - scala 1:500; TABELLE DATI.

05

PLANIVOLUMETRICO: PLANIMETRIA DI PROGETTO SU IMMAGINE SATELLITARE - scala 1:500.

PROPRIETA' :

EDIL IMPIANTI 2 SRL

con sede in Santarcangelo di Romagna (RN) Via
A. Costa n. 139 - P. IVA - Cod. Fiscale: 04 097 670 402

in persona di **PATRIZIA CAMPIDELLI**

C.F. CMPPRZ60D54I304Y, nella sua qualità di
Amministratore Unico

PROGETTISTA INCARICATO :

GAVELLI Arch. GIOVANNI

corso A. Díaz n° 64 - Forlì

c.f. GVL GNN 52B15 D704H

tel. 0543 - 21800 fax 0543 - 36676

e-mail: gavelligiovanni@architettotfc.it

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE Via MORIGI
- prove penetrometriche statiche con punta meccanica -

(Stralcio da Google Earth – periodo: Luglio 2021).



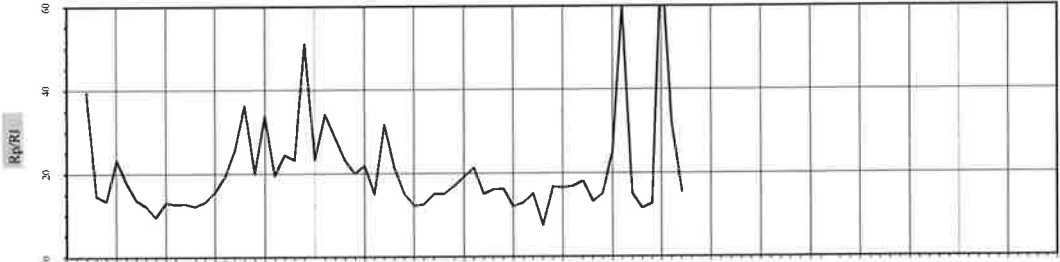
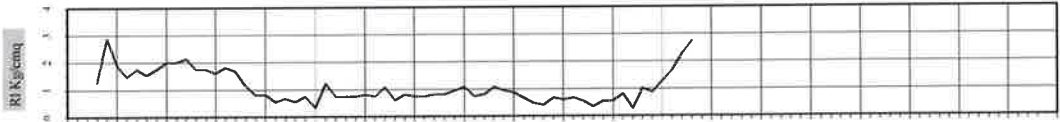
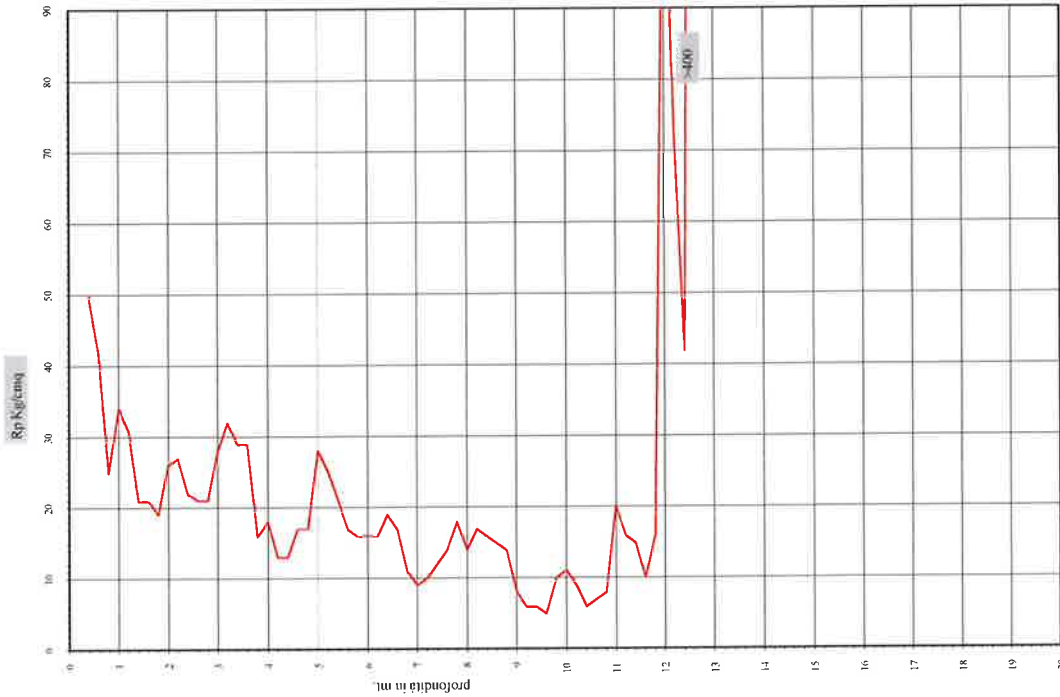


Pagani TG 63/200

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT3
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN), via Morigi
 Data: Luglio 2021

Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -7,10 mt. dal p.c.
 Note: piezometro 6 mt.



Profondità (m)	RI (Kg/cm²)	Rp (Kg/cm²)	Rp/RI	φ°	Dr	Cu (kg/cm²)
0,2	1,27	21,33	16,80			2,1
0,4	1,27	21,33	16,80			2,1
0,6	1,27	21,33	16,80			2,1
0,8	1,27	21,33	16,80			2,1
1,0	1,27	21,33	16,80			2,1
1,2	1,27	21,33	16,80			2,1
1,4	1,27	21,33	16,80			2,1
1,6	1,27	21,33	16,80			2,1
1,8	1,27	21,33	16,80			2,1
2,0	1,27	21,33	16,80			2,1
2,2	1,27	21,33	16,80			2,1
2,4	1,27	21,33	16,80			2,1
2,6	1,27	21,33	16,80			2,1
2,8	1,27	21,33	16,80			2,1
3,0	1,27	21,33	16,80			2,1
3,2	1,27	21,33	16,80			2,1
3,4	1,27	21,33	16,80			2,1
3,6	1,27	21,33	16,80			2,1
3,8	1,27	21,33	16,80			2,1
4,0	1,27	21,33	16,80			2,1
4,2	1,27	21,33	16,80			2,1
4,4	1,27	21,33	16,80			2,1
4,6	1,27	21,33	16,80			2,1
4,8	1,27	21,33	16,80			2,1
5,0	1,27	21,33	16,80			2,1
5,2	1,27	21,33	16,80			2,1
5,4	1,27	21,33	16,80			2,1
5,6	1,27	21,33	16,80			2,1
5,8	1,27	21,33	16,80			2,1
6,0	1,27	21,33	16,80			2,1
6,2	1,27	21,33	16,80			2,1
6,4	1,27	21,33	16,80			2,1
6,6	1,27	21,33	16,80			2,1
6,8	1,27	21,33	16,80			2,1
7,0	1,27	21,33	16,80			2,1
7,2	1,27	21,33	16,80			2,1
7,4	1,27	21,33	16,80			2,1
7,6	1,27	21,33	16,80			2,1
7,8	1,27	21,33	16,80			2,1
8,0	1,27	21,33	16,80			2,1
8,2	1,27	21,33	16,80			2,1
8,4	1,27	21,33	16,80			2,1
8,6	1,27	21,33	16,80			2,1
8,8	1,27	21,33	16,80			2,1
9,0	1,27	21,33	16,80			2,1
9,2	1,27	21,33	16,80			2,1
9,4	1,27	21,33	16,80			2,1
9,6	1,27	21,33	16,80			2,1
9,8	1,27	21,33	16,80			2,1
10,0	1,27	21,33	16,80			2,1
10,2	1,27	21,33	16,80			2,1
10,4	1,27	21,33	16,80			2,1
10,6	1,27	21,33	16,80			2,1
10,8	1,27	21,33	16,80			2,1
11,0	1,27	21,33	16,80			2,1
11,2	1,27	21,33	16,80			2,1
11,4	1,27	21,33	16,80			2,1
11,6	1,27	21,33	16,80			2,1
11,8	1,27	21,33	16,80			2,1
12,0	1,27	21,33	16,80			2,1
12,2	1,27	21,33	16,80			2,1
12,4	1,27	21,33	16,80			2,1
12,6	1,27	21,33	16,80			2,1
12,8	1,27	21,33	16,80			2,1
13,0	1,27	21,33	16,80			2,1
13,2	1,27	21,33	16,80			2,1
13,4	1,27	21,33	16,80			2,1
13,6	1,27	21,33	16,80			2,1
13,8	1,27	21,33	16,80			2,1
14,0	1,27	21,33	16,80			2,1
14,2	1,27	21,33	16,80			2,1
14,4	1,27	21,33	16,80			2,1
14,6	1,27	21,33	16,80			2,1
14,8	1,27	21,33	16,80			2,1
15,0	1,27	21,33	16,80			2,1
15,2	1,27	21,33	16,80			2,1
15,4	1,27	21,33	16,80			2,1
15,6	1,27	21,33	16,80			2,1
15,8	1,27	21,33	16,80			2,1
16,0	1,27	21,33	16,80			2,1
16,2	1,27	21,33	16,80			2,1
16,4	1,27	21,33	16,80			2,1
16,6	1,27	21,33	16,80			2,1
16,8	1,27	21,33	16,80			2,1
17,0	1,27	21,33	16,80			2,1
17,2	1,27	21,33	16,80			2,1
17,4	1,27	21,33	16,80			2,1
17,6	1,27	21,33	16,80			2,1
17,8	1,27	21,33	16,80			2,1
18,0	1,27	21,33	16,80			2,1
18,2	1,27	21,33	16,80			2,1
18,4	1,27	21,33	16,80			2,1
18,6	1,27	21,33	16,80			2,1
18,8	1,27	21,33	16,80			2,1
19,0	1,27	21,33	16,80			2,1
19,2	1,27	21,33	16,80			2,1
19,4	1,27	21,33	16,80			2,1
19,6	1,27	21,33	16,80			2,1
19,8	1,27	21,33	16,80			2,1
20,0	1,27	21,33	16,80			2,1

Angolo d'attrito interno, densità relative e coesione

Leggenda:
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AN argilla media; AC argilla compatta;
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa;
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE Via COSTA ÷ S. BARTOLO
- prove penetrometriche statiche con punta meccanica / elettrica –

(Stralcio da Google Earth – periodo: Novembre 2021).



Prova Penetrometrica Statica

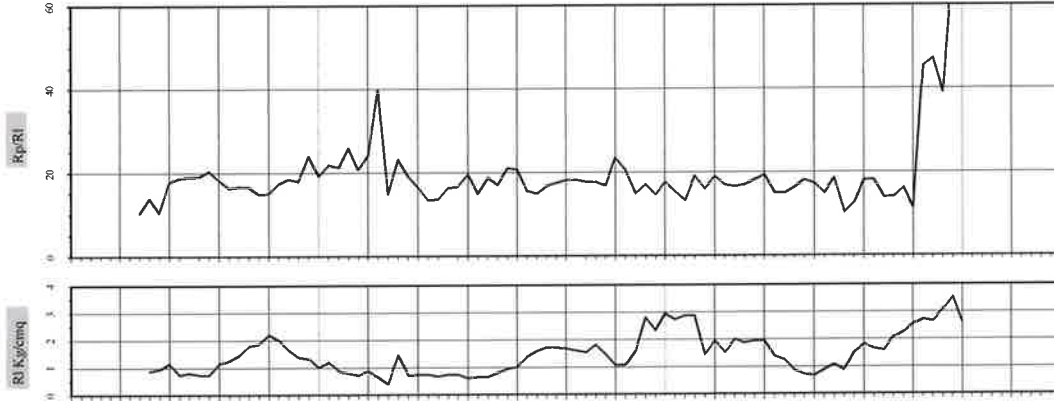
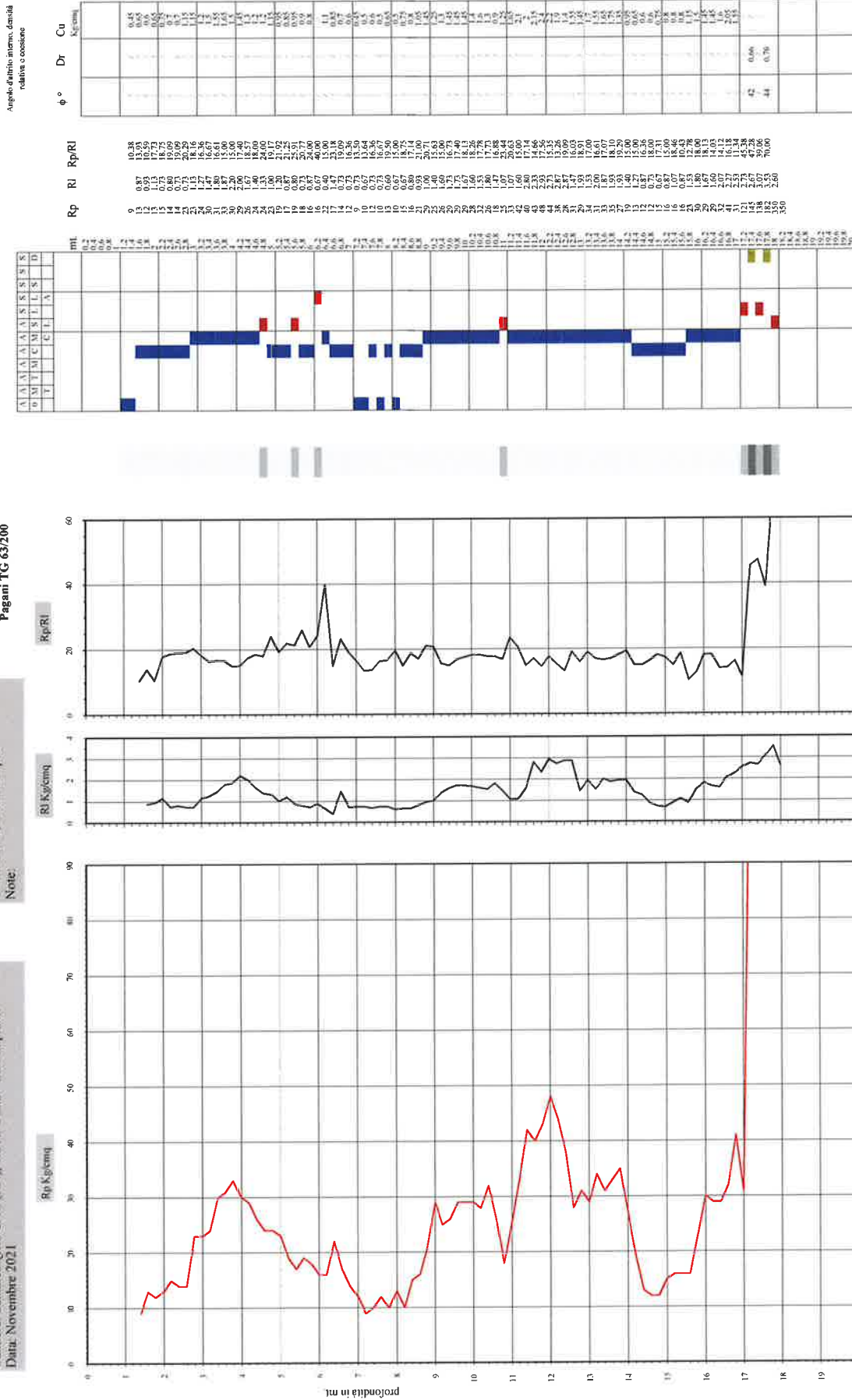
Prova n.: CPTA
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN), via A. Costa - Edil Impianti
 Data: Novembre 2021

Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -6,00 mt. dal p.c.
 Note:

Pagani TG 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	RI	Rp/RI	φ°	Dr	Cu
0,2	1,4	0,2	0,38			0,45
0,4	1,2	0,2	0,30			0,6
0,6	1,8	0,2	0,45			0,6
0,8	1,4	0,2	0,35			0,6
1,0	1,4	0,2	0,35			0,6
1,2	1,4	0,2	0,35			0,6
1,4	1,4	0,2	0,35			0,6
1,6	1,4	0,2	0,35			0,6
1,8	1,4	0,2	0,35			0,6
2,0	1,4	0,2	0,35			0,6
2,2	1,4	0,2	0,35			0,6
2,4	1,4	0,2	0,35			0,6
2,6	1,4	0,2	0,35			0,6
2,8	1,4	0,2	0,35			0,6
3,0	1,4	0,2	0,35			0,6
3,2	1,4	0,2	0,35			0,6
3,4	1,4	0,2	0,35			0,6
3,6	1,4	0,2	0,35			0,6
3,8	1,4	0,2	0,35			0,6
4,0	1,4	0,2	0,35			0,6
4,2	1,4	0,2	0,35			0,6
4,4	1,4	0,2	0,35			0,6
4,6	1,4	0,2	0,35			0,6
4,8	1,4	0,2	0,35			0,6
5,0	1,4	0,2	0,35			0,6
5,2	1,4	0,2	0,35			0,6
5,4	1,4	0,2	0,35			0,6
5,6	1,4	0,2	0,35			0,6
5,8	1,4	0,2	0,35			0,6
6,0	1,4	0,2	0,35			0,6
6,2	1,4	0,2	0,35			0,6
6,4	1,4	0,2	0,35			0,6
6,6	1,4	0,2	0,35			0,6
6,8	1,4	0,2	0,35			0,6
7,0	1,4	0,2	0,35			0,6
7,2	1,4	0,2	0,35			0,6
7,4	1,4	0,2	0,35			0,6
7,6	1,4	0,2	0,35			0,6
7,8	1,4	0,2	0,35			0,6
8,0	1,4	0,2	0,35			0,6
8,2	1,4	0,2	0,35			0,6
8,4	1,4	0,2	0,35			0,6
8,6	1,4	0,2	0,35			0,6
8,8	1,4	0,2	0,35			0,6
9,0	1,4	0,2	0,35			0,6
9,2	1,4	0,2	0,35			0,6
9,4	1,4	0,2	0,35			0,6
9,6	1,4	0,2	0,35			0,6
9,8	1,4	0,2	0,35			0,6
10,0	1,4	0,2	0,35			0,6
10,2	1,4	0,2	0,35			0,6
10,4	1,4	0,2	0,35			0,6
10,6	1,4	0,2	0,35			0,6
10,8	1,4	0,2	0,35			0,6
11,0	1,4	0,2	0,35			0,6
11,2	1,4	0,2	0,35			0,6
11,4	1,4	0,2	0,35			0,6
11,6	1,4	0,2	0,35			0,6
11,8	1,4	0,2	0,35			0,6
12,0	1,4	0,2	0,35			0,6
12,2	1,4	0,2	0,35			0,6
12,4	1,4	0,2	0,35			0,6
12,6	1,4	0,2	0,35			0,6
12,8	1,4	0,2	0,35			0,6
13,0	1,4	0,2	0,35			0,6
13,2	1,4	0,2	0,35			0,6
13,4	1,4	0,2	0,35			0,6
13,6	1,4	0,2	0,35			0,6
13,8	1,4	0,2	0,35			0,6
14,0	1,4	0,2	0,35			0,6
14,2	1,4	0,2	0,35			0,6
14,4	1,4	0,2	0,35			0,6
14,6	1,4	0,2	0,35			0,6
14,8	1,4	0,2	0,35			0,6
15,0	1,4	0,2	0,35			0,6
15,2	1,4	0,2	0,35			0,6
15,4	1,4	0,2	0,35			0,6
15,6	1,4	0,2	0,35			0,6
15,8	1,4	0,2	0,35			0,6
16,0	1,4	0,2	0,35			0,6
16,2	1,4	0,2	0,35			0,6
16,4	1,4	0,2	0,35			0,6
16,6	1,4	0,2	0,35			0,6
16,8	1,4	0,2	0,35			0,6
17,0	1,4	0,2	0,35			0,6
17,2	1,4	0,2	0,35			0,6
17,4	1,4	0,2	0,35			0,6
17,6	1,4	0,2	0,35			0,6
17,8	1,4	0,2	0,35			0,6
18,0	1,4	0,2	0,35			0,6
18,2	1,4	0,2	0,35			0,6
18,4	1,4	0,2	0,35			0,6
18,6	1,4	0,2	0,35			0,6
18,8	1,4	0,2	0,35			0,6
19,0	1,4	0,2	0,35			0,6
19,2	1,4	0,2	0,35			0,6
19,4	1,4	0,2	0,35			0,6
19,6	1,4	0,2	0,35			0,6
19,8	1,4	0,2	0,35			0,6
20,0	1,4	0,2	0,35			0,6

Legenda:
 argilla limosa argillinea
 sabbia limosa argillinea
 sabbia
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AN argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASI argilla sabbiosa limosa;
 SI sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
 SS sabbia siccata; S sabbia; SD sabbia densa

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPTB
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN), via A. Coscia - Edil Impiampi
 Data: Novembre 2021

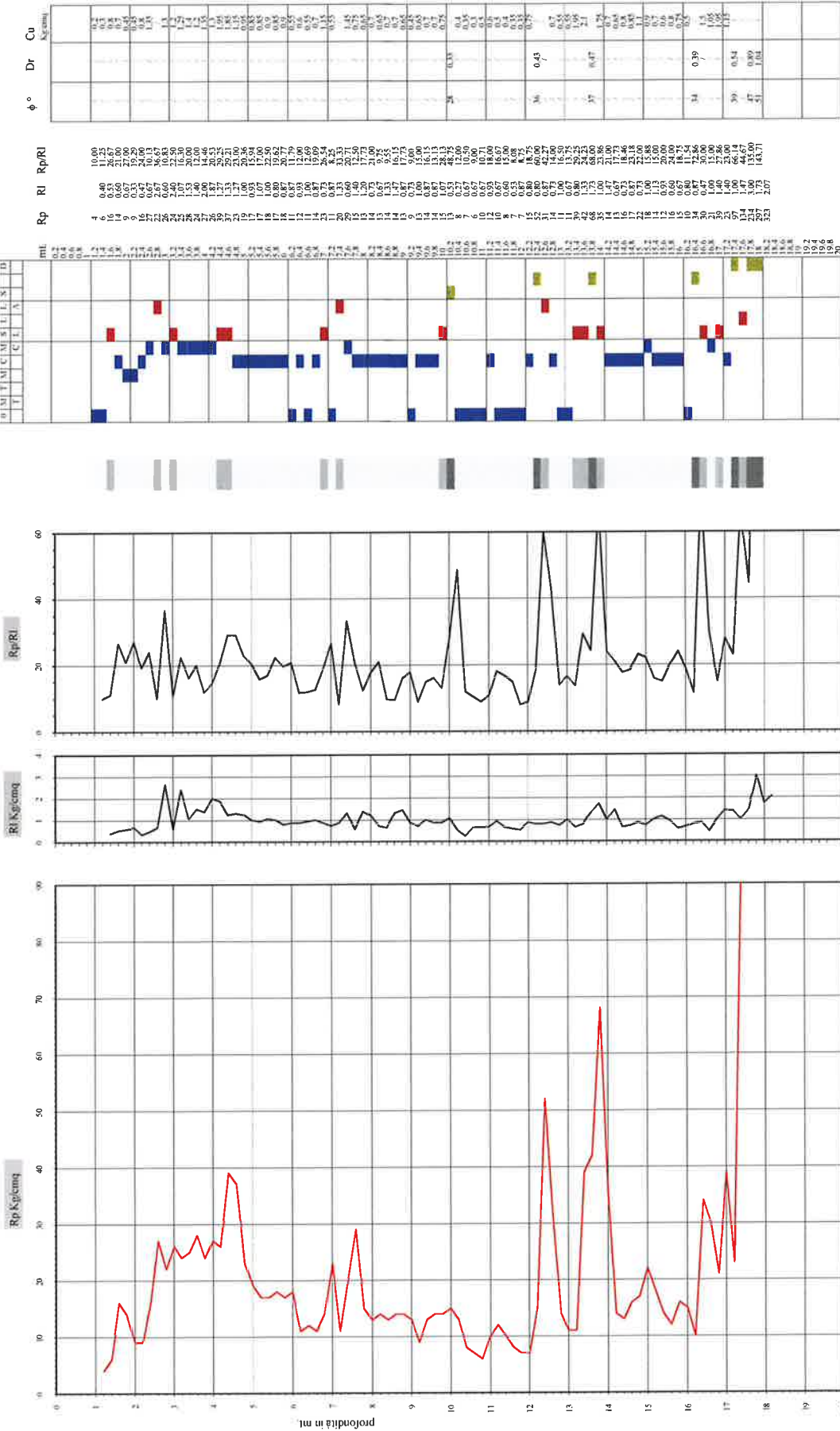
Quota inizio: piano campagna
 Liv. fonda: -8,60 mt. dal p.c.
 Note:

Pagani TG 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Angolo d'attrito interno, densità
 relativa e coesione



Legenda:
 argilla
 sabbia limosa argillosa
 sabbia
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 A1 argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASI argilla sabbiosa limosa;
 SI sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa;
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

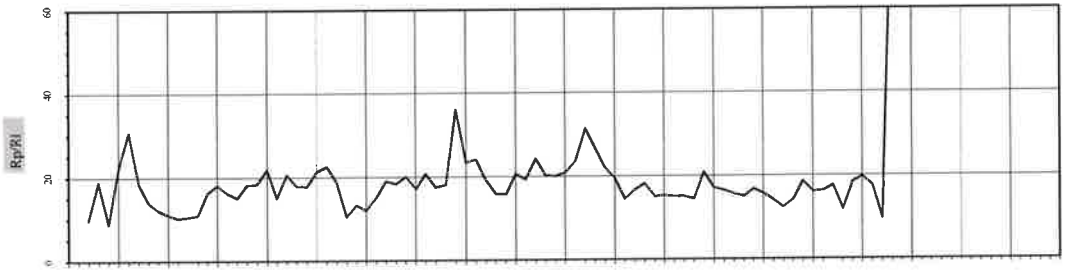
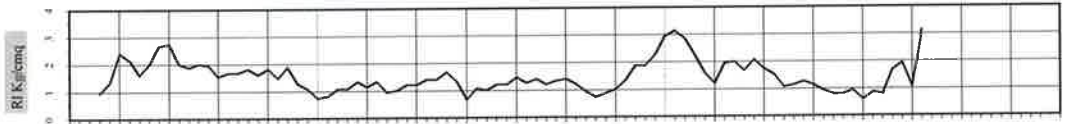
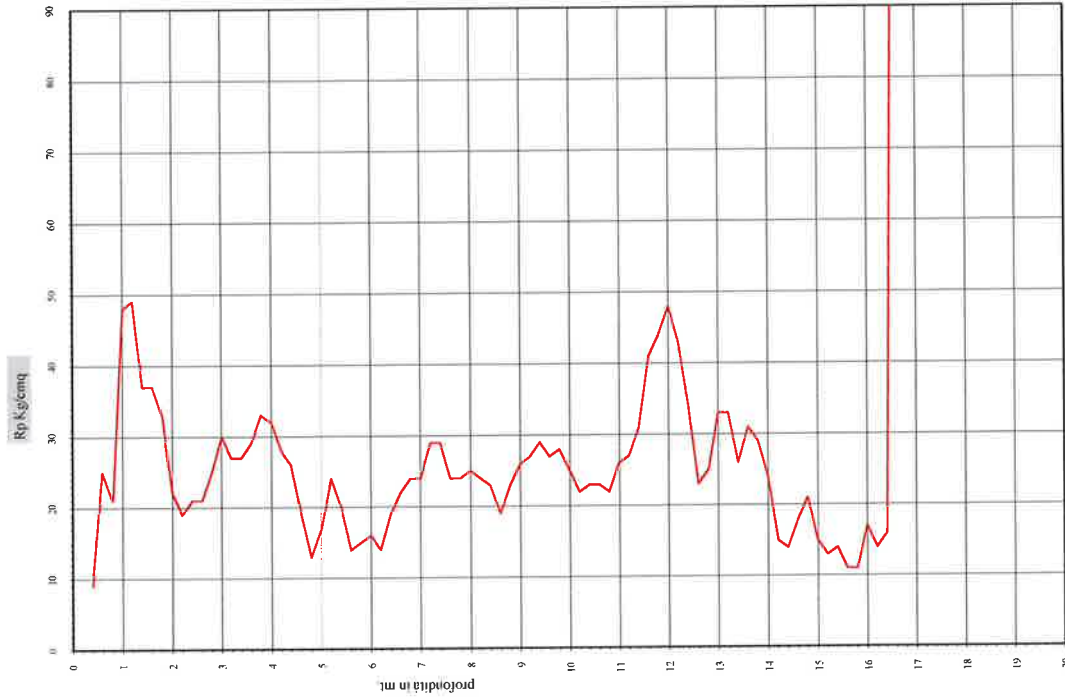


Pagani TG 63/200

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPTD
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN), via A. Costa - Edil Impianti
 Data: Novembre 2021

Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -6,90 ml. dal p.c.
 Note:



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

ml	AO	AT	AM	AC	AS	SI	SL	SD	RI	Rp	Rpr/RI	Rp/RI	Dr	Cu
0,2									2,4	2,4	0,93	0,64		0,42
0,4									2,1	2,1	1,33	8,75		0,24
0,8									4,9	4,9	2,19	30,63		1,05
1,2									3,7	3,7	1,60	18,50		0,83
1,6									3,5	3,5	2,67	12,07		1,83
2,0									2,2	2,2	2,65	10,98		0,54
2,4									2,1	2,1	1,87	10,50		0,54
2,8									2,5	2,5	1,99	16,39		1,25
3,2									3,0	3,0	1,33	18,00		1,15
3,6									3,2	3,2	1,67	15,00		1,38
4,0									3,9	3,9	1,60	18,13		1,48
4,4									3,2	3,2	1,80	21,82		1,7
4,8									2,6	2,6	1,87	20,53		1,5
5,2									1,9	1,9	1,27	17,81		0,95
5,6									1,7	1,7	0,73	21,25		0,83
6,0									2,6	2,6	0,90	12,50		1,2
6,4									1,4	1,4	1,07	10,50		0,7
6,8									1,6	1,6	1,13	12,00		0,72
7,2									1,4	1,4	1,33	15,00		0,79
7,6									2,2	2,2	1,00	16,33		1,10
8,0									2,4	2,4	1,20	19,00		1,1
8,4									2,9	2,9	1,40	20,71		1,45
8,8									2,4	2,4	1,60	18,00		1,2
9,2									2,4	2,4	1,33	16,00		1,2
9,6									2,4	2,4	0,97	24,00		1,2
10,0									2,3	2,3	1,00	19,17		0,95
10,4									2,1	2,1	1,20	18,68		1,15
10,8									2,7	2,7	1,77	19,25		1,45
11,2									2,6	2,6	1,33	20,00		1,4
11,6									2,5	2,5	1,40	23,85		1,4
12,0									2,5	2,5	0,67	23,00		1,4
12,4									2,3	2,3	0,93	31,36		1,15
12,8									1,1	1,1	1,00	19,50		1,1
13,2									3,1	3,1	1,87	16,66		1,3
13,6									4,1	4,1	1,87	18,09		1,58
14,0									4,8	4,8	2,53	15,32		2,7
14,4									4,3	4,3	1,17	13,00		1,7
14,8									2,3	2,3	2,27	18,38		1,43
15,2									1,5	1,5	1,30	19,07		1,68
15,6									3,3	3,3	1,93	16,50		0,9
16,0									3,1	3,1	1,67	15,00		1,02
16,4									2,9	2,9	2,07	15,73		1,4
16,8									1,5	1,5	1,53	14,06		0,79
17,2									1,8	1,8	1,13	12,23		0,9
17,6									2,1	2,1	1,27	18,53		0,92
18,0									1,3	1,3	0,93	16,45		0,92
18,4									1,1	1,1	0,80	17,90		0,54
18,8									1,8	1,8	1,1	0,93	18,33	0,53
19,2									1,4	1,4	0,87	17,50		0,5
19,6									1,6	1,6	0,80	20,60		0,8
20,0									1,6	1,6	1,24	1,93	0,46	0,46
20,4									2,2	2,2	1,07	210,00	2,7	1,10
20,8									2,2	2,2	1,07	102,45		
21,2									2,2	2,2	1,07	336		

Legenda:
 argilla
 sabbia limosa argillosa
 sabbia
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla medio tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; AS argilla sabbiosa limosa;
 SI sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Angolo d'attrito interno, ricavato
 relativa e coesione

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

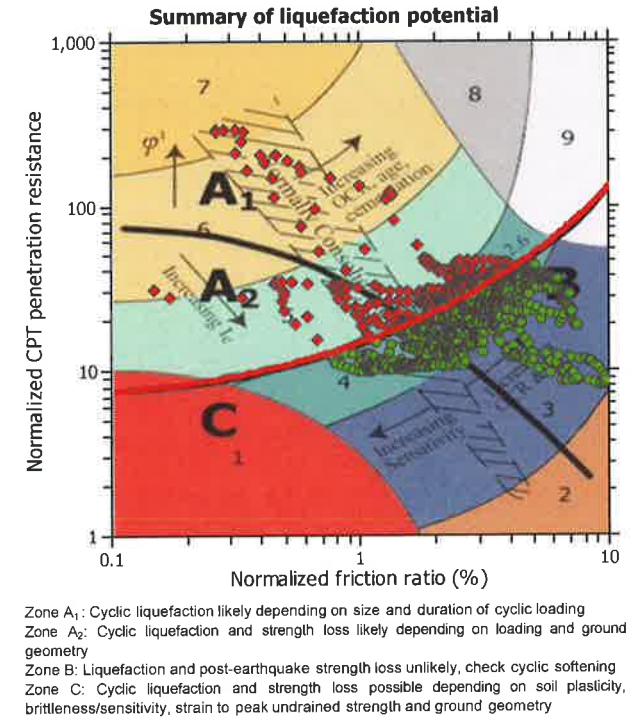
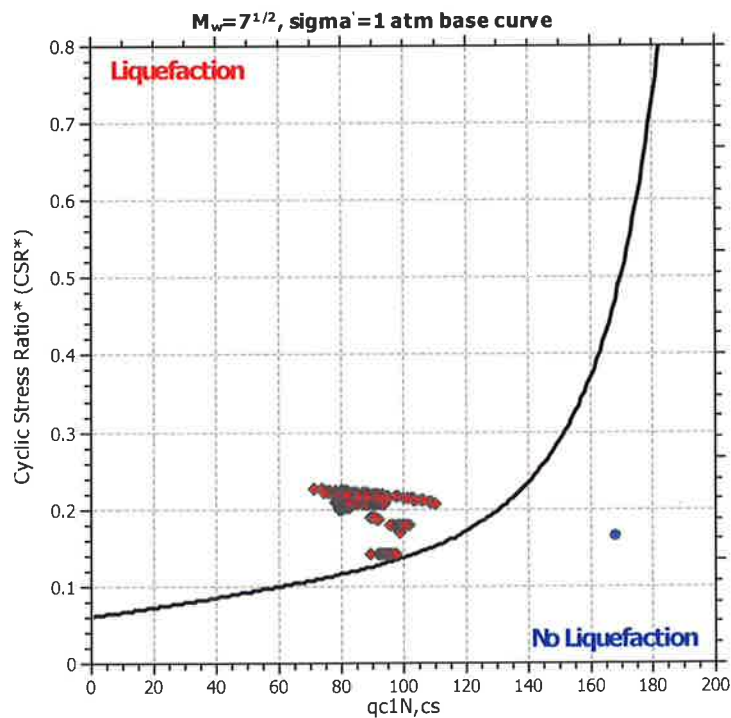
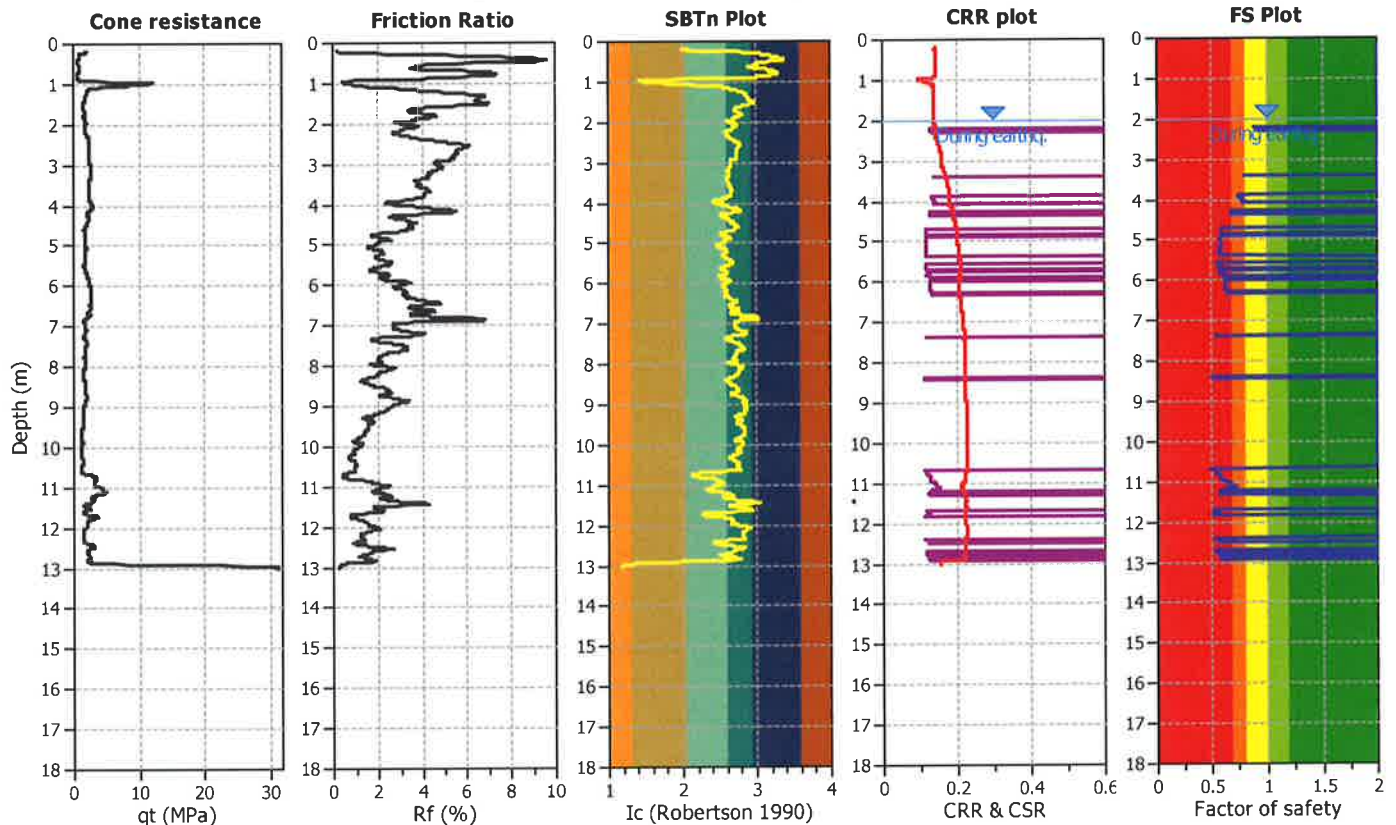
Project title :

Location :

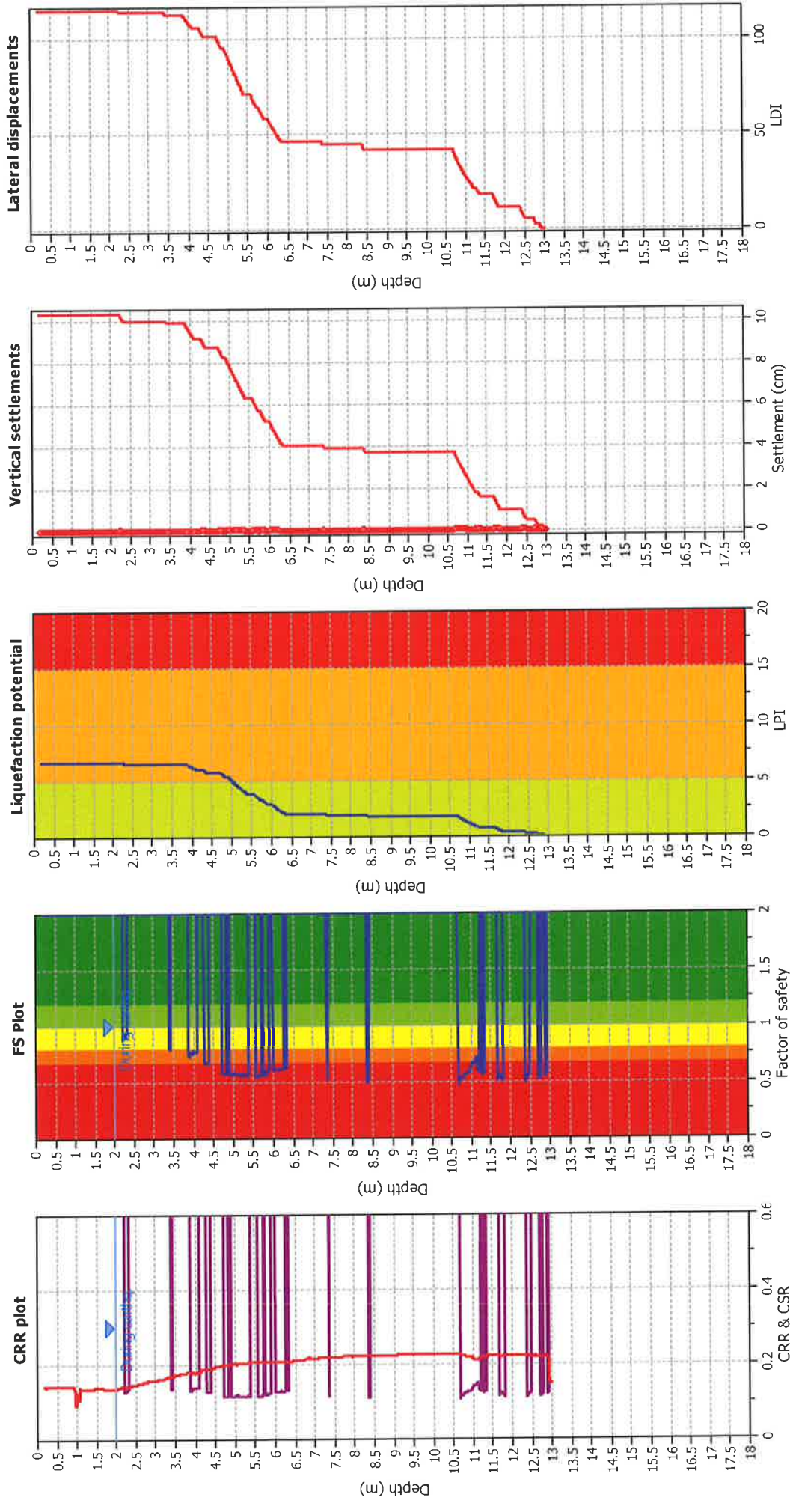
CPT file : C

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	2.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.26	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data
 Analysis method: B&I (2014)
 Fines correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.26
 Depth to water table (insitu): 1.50 m

F.S. color scheme
 Almost certain it will liquefy
 Very likely to liquefy
 Liquefaction and no liq. are equally likely
 Unlike to liquefy
 Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme
 Very high risk
 High risk
 Low risk

Fill weight: 2.00 m
Average results interval: 3
Ic cut-off value: 2.60
Unit weight calculation: Based on SST
Use fill: No
Fill height: N/A

Transition de tect. applied: N/A
Clay like behavior applied: Yes
Limit depth applied: Sands only
Limit depth: No
Limit depth: N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

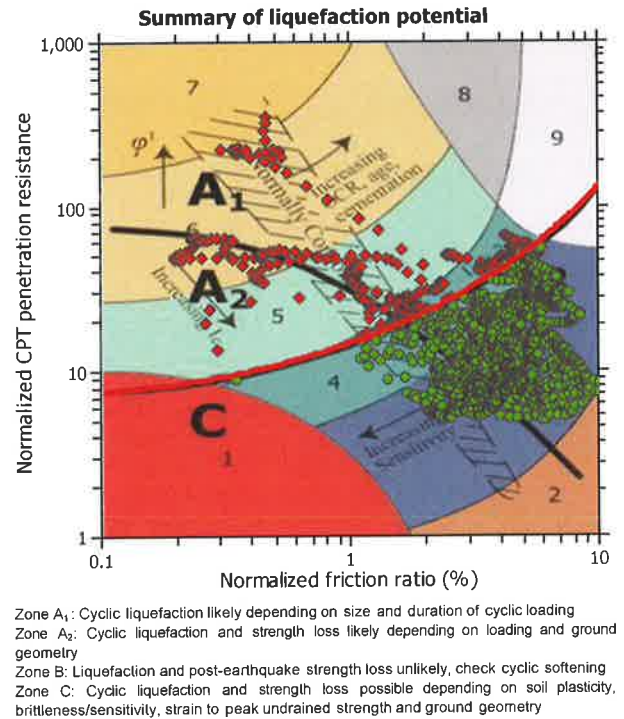
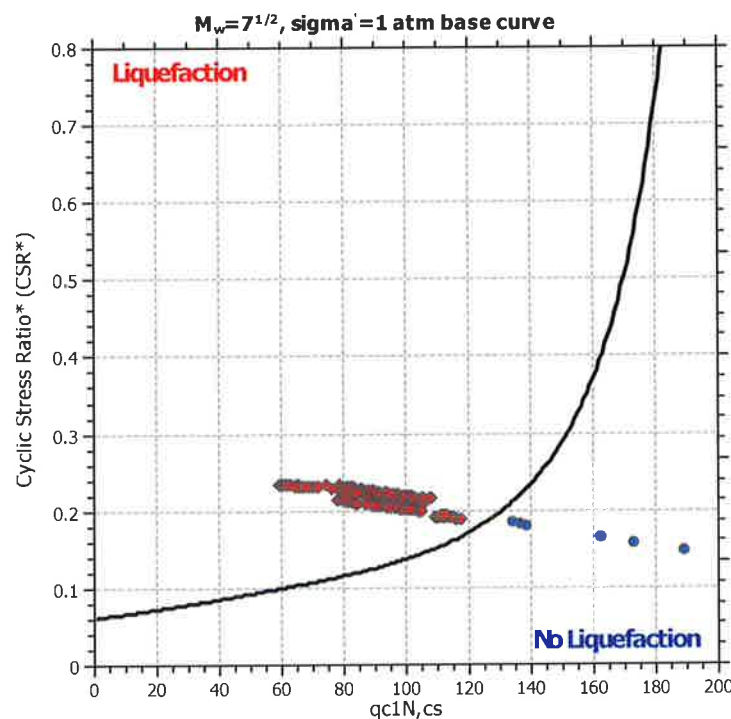
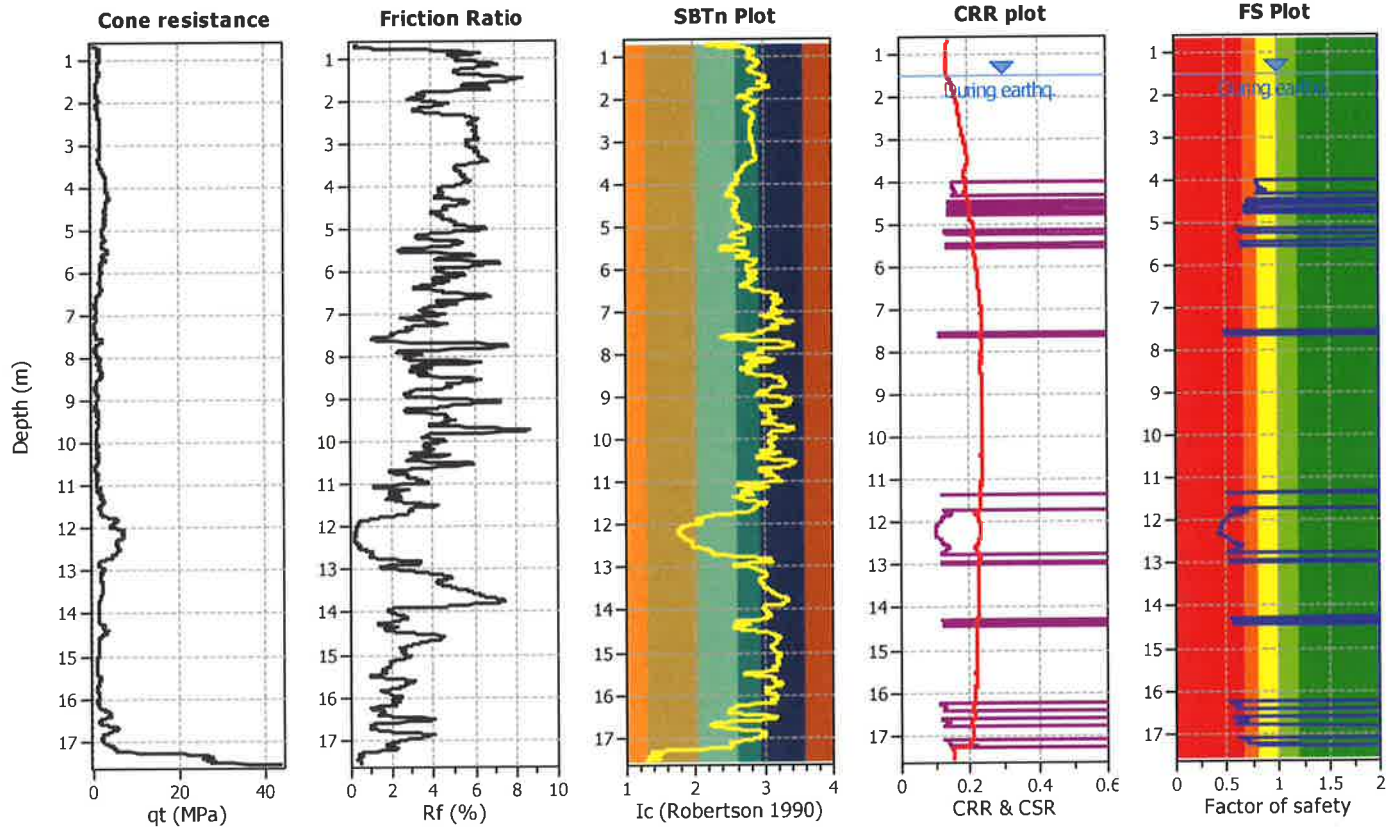
Project title :

Location :

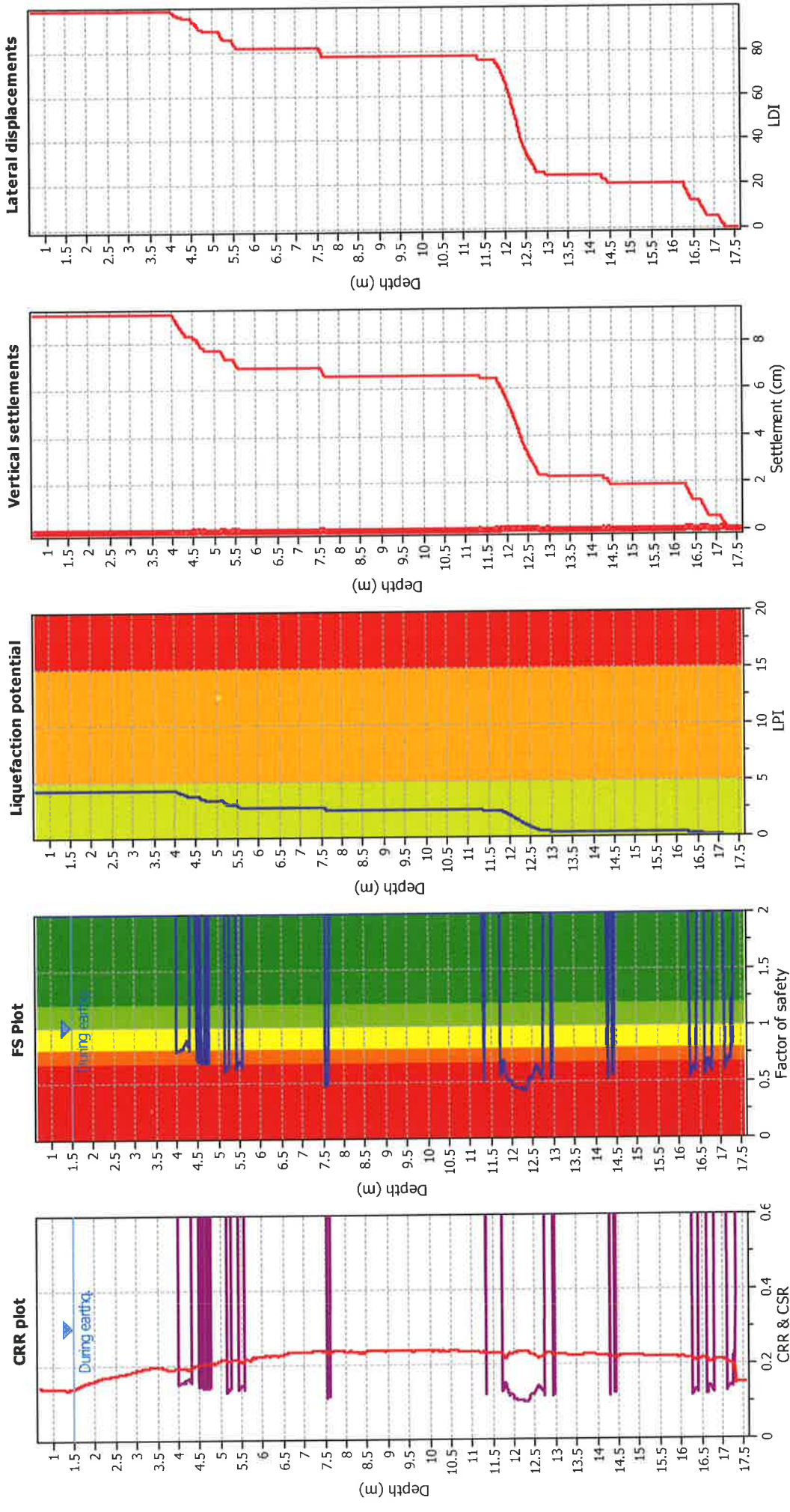
CPT file : E

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	2.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	No
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.50 m	Fill height:	N/A	Sands only	
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.26	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



Liquefaction analysis overall plots



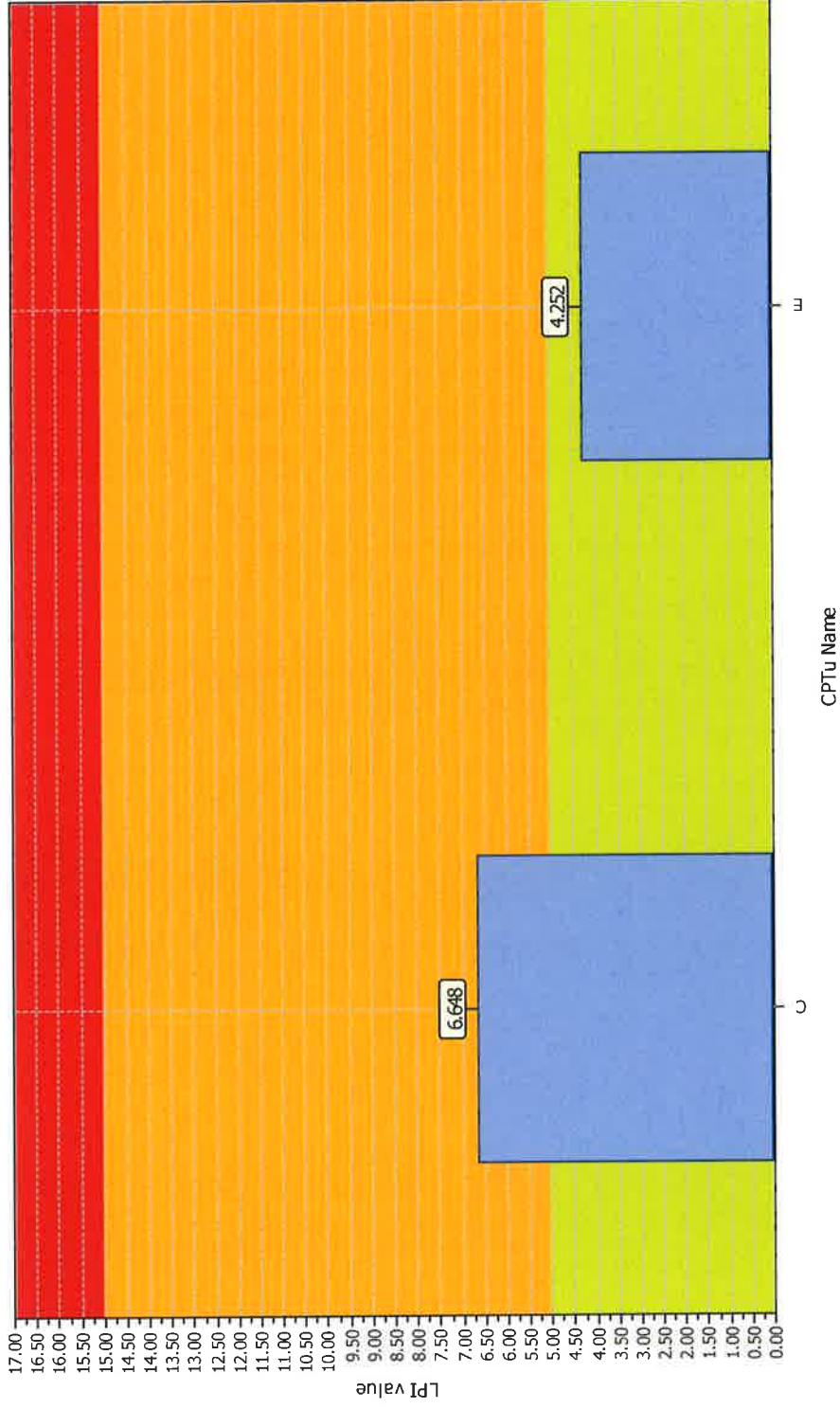
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Transition delect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	K _v applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.26	Limit depth applied:	No
Depth to water table (instut):	2.00 m	Limit depth:	N/A
Depth to GWT (earthq.):	1.50 m		
Average results interval:	3		
Ic cut-off value:	2.60		
Unit weight calculation:	Based on SBT		
Use fill:	No		
Fill height:	N/A		

Project title :

Location :

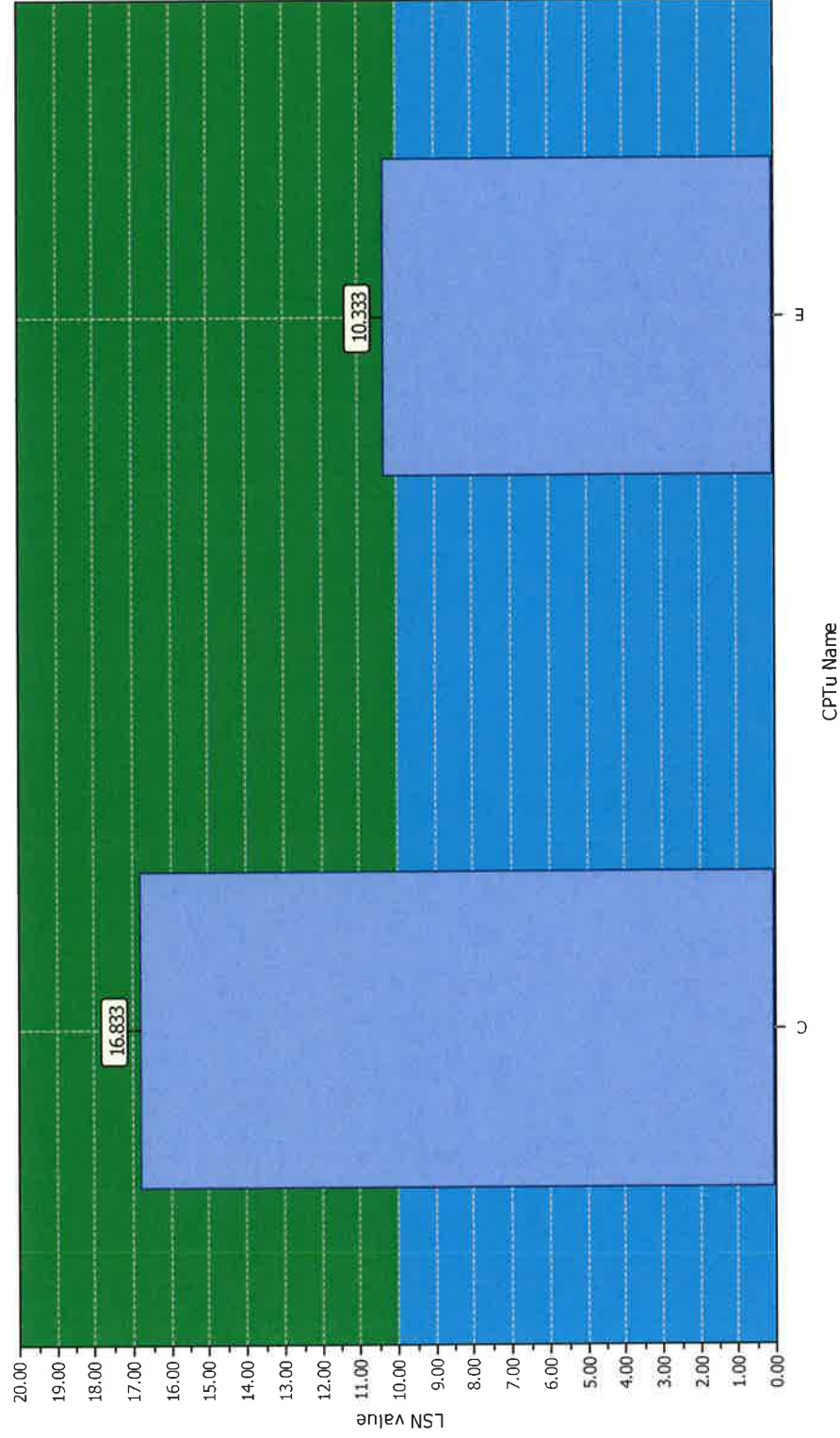
Overall Liquefaction Potential Index report



Project title :

Location :

Overall Liquefaction Severity Number report



LSN color scheme

- Severe damage
- Major expression of liquefaction
- Moderate to severe exp. of liquefaction
- Moderate expression of liquefaction
- Minor expression of liquefaction
- Little to no expression of liquefaction

Basic statistics

Total CPT number: 2

0% little liquefaction

100% minor liquefaction

0% moderate liquefaction

0% moderate to major liquefaction

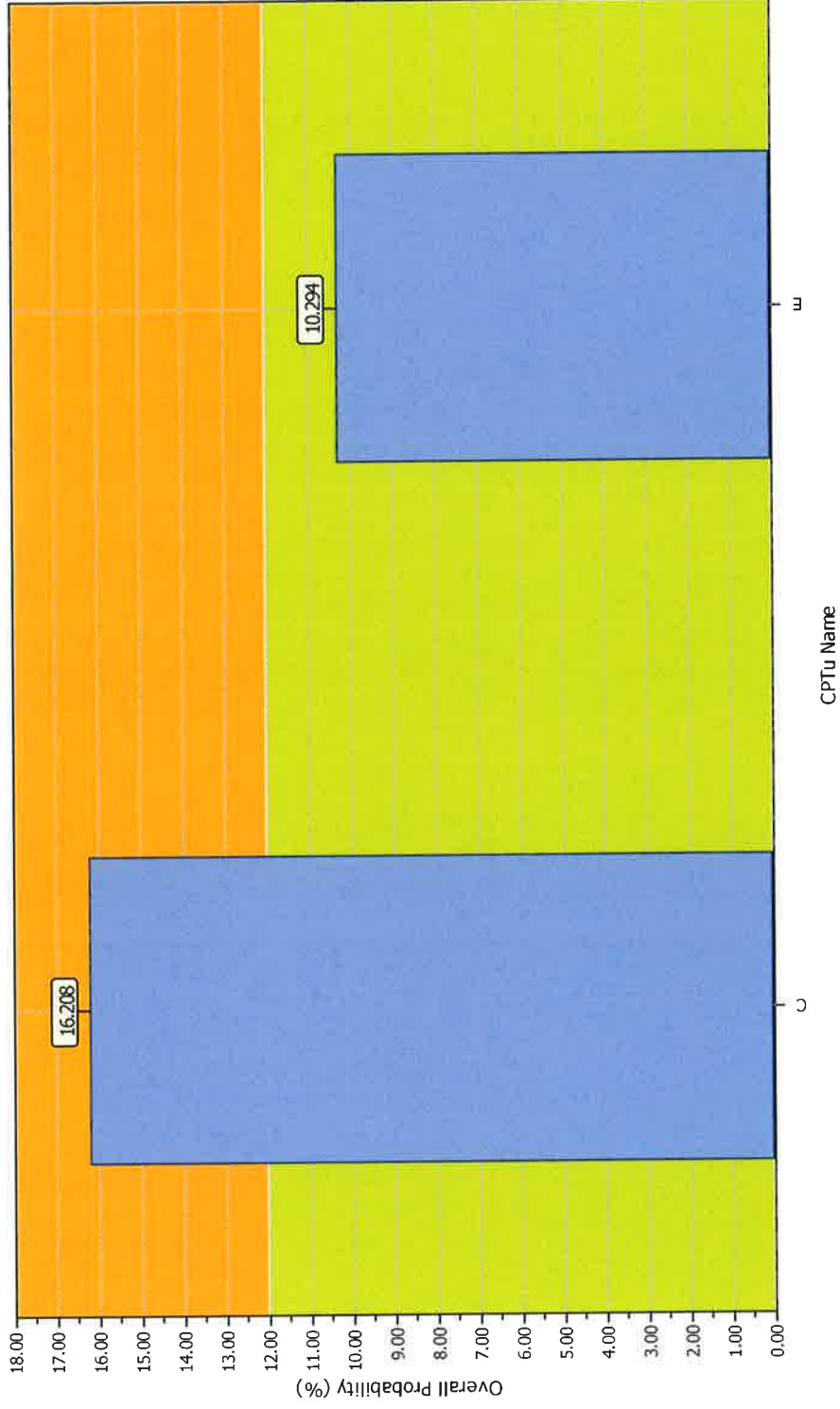
0% major liquefaction

0% severe liquefaction

Project title :

Location :

Overall Probability for Liquefaction report



Probability color scheme

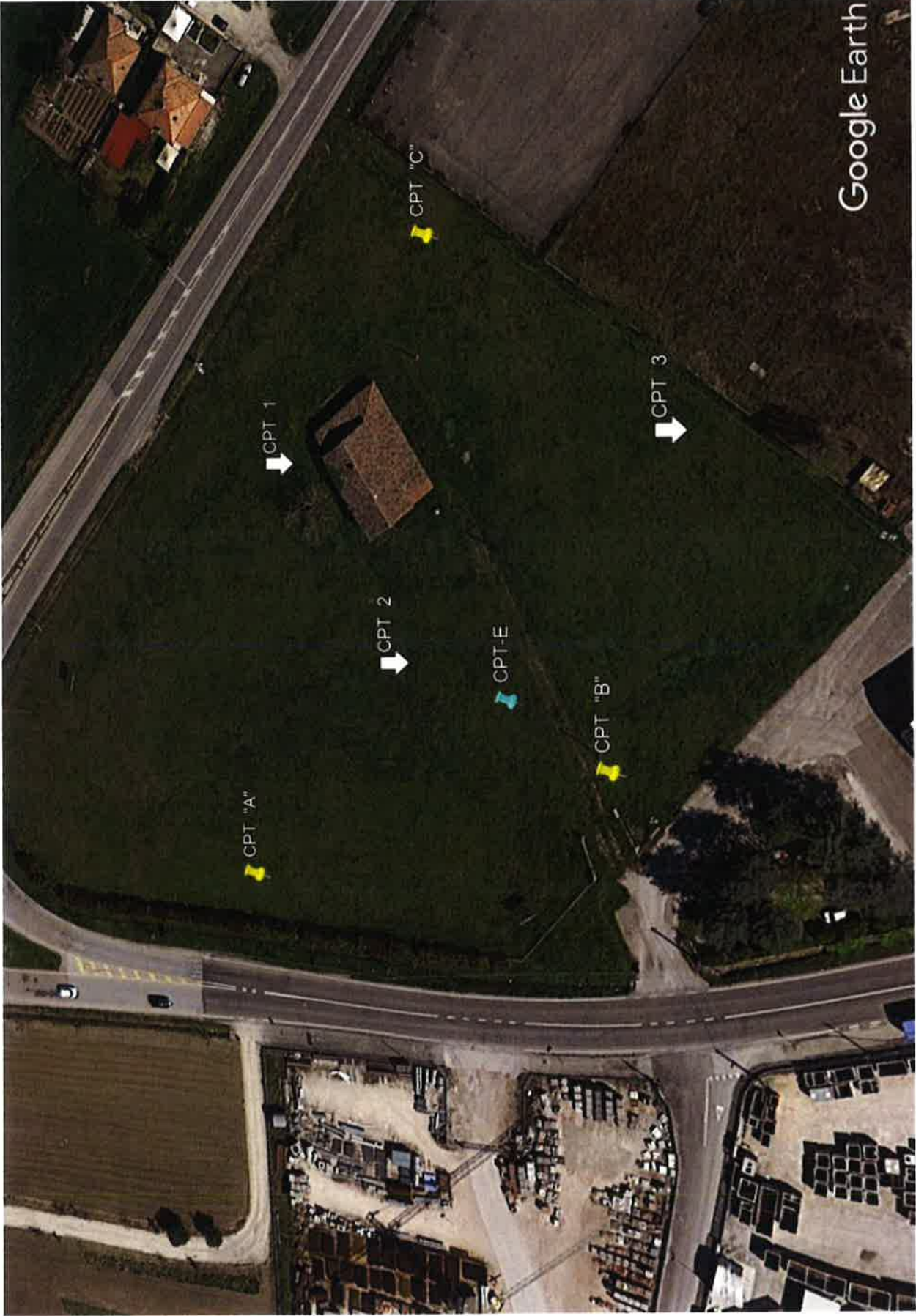
- Very High Probability
- High Probability
- Low Probability

Basic statistics

Total CPT number: 2
 50% low probability
 50% high probability
 0% very high probability

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- prove penetrometriche statiche con punta meccanica ed elettrica –

(da Dr. Geol. F. Battistini – periodo: Luglio ÷ Ottobre 2021).



Prova Penetrometrica Statica

Prova n. CPTI
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN) - via Andrea Costa
 Data: Luglio 2021

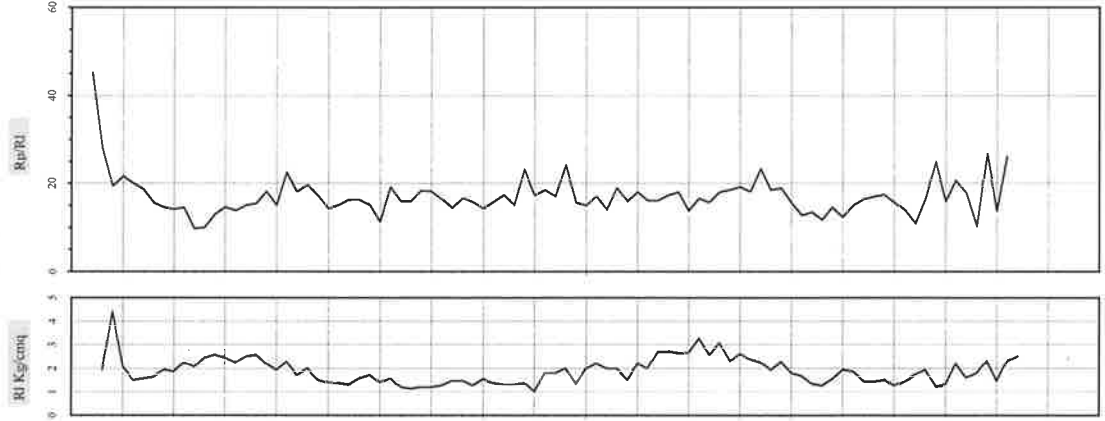
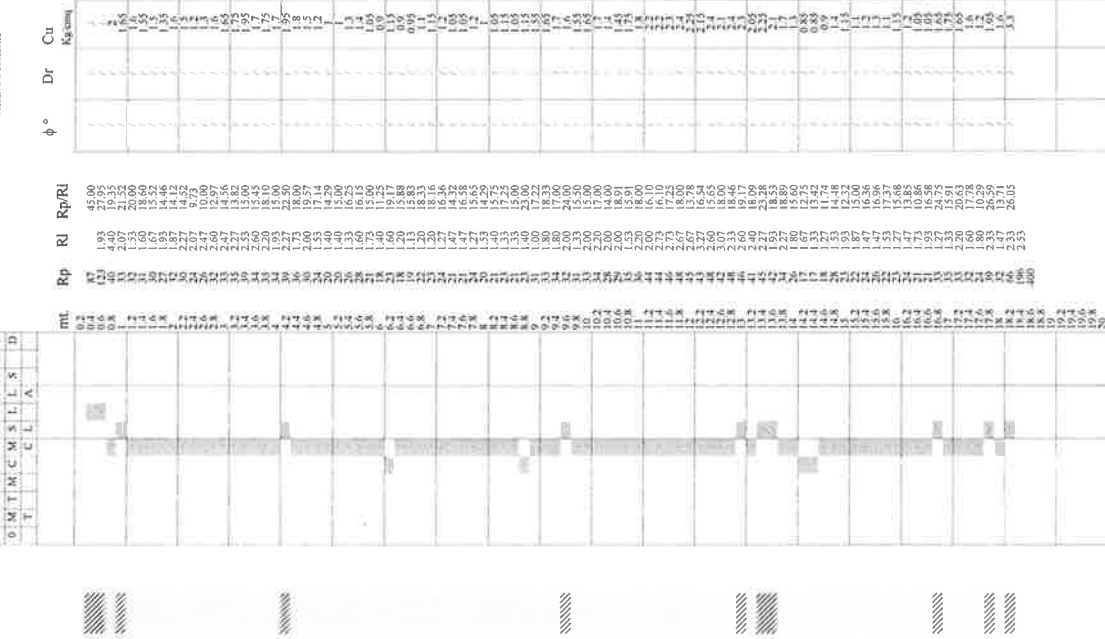
Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -6,50 mt. dal p.c.
 Note:

Pagani TG 63/200

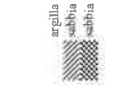


Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Angolo d'attrito interno, densità
 relativa e coesione



Legenda:
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
 SS sabbia sabbiosa; S sabbia; SD sabbia densa



Prova Penetrometrica Statica

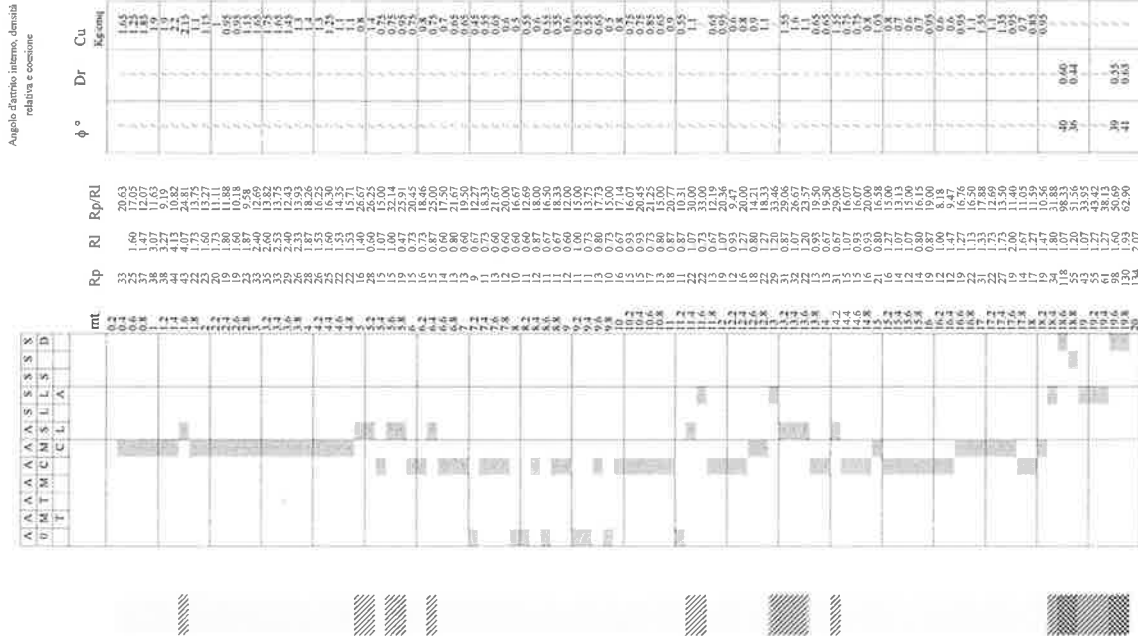
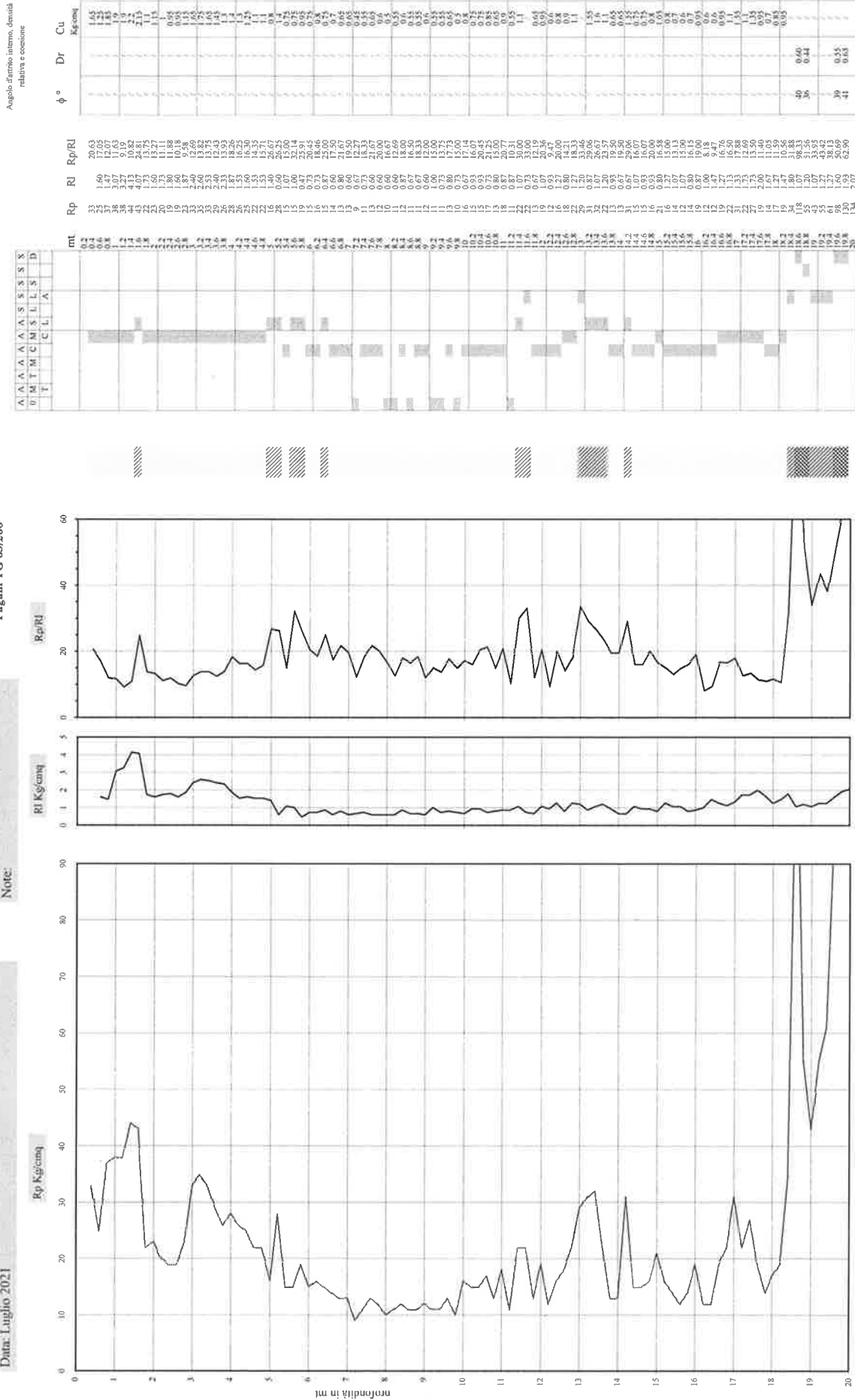
Prova n.: CPT3
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN) - vin Andrea Costa
 Data: Luglio 2021

Quota inizio: piano campagna
 Liv-falda: -6,20 mt. dal p.c.
 Note:

Pagani TC 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt	RI	Rp/RI	Rp	RI	Rp/RI	Dr	Cu	φ°
0,1	33	1,47	20,63	33	1,47		1,65	
0,2	38	1,49	22,05	38	1,49		1,24	
0,3	38	1,07	11,63	38	1,07		1,9	
0,4	44	1,13	12,05	44	1,13		1,24	
0,5	43	1,07	24,81	43	1,07		2,2	
0,6	25	1,60	15,27	25	1,60		1,14	
0,7	20	1,73	11,11	20	1,73		0,6	
0,8	19	1,60	10,18	19	1,60		0,05	
0,9	23	1,87	9,58	23	1,87		1,18	
1,0	35	2,40	13,82	35	2,40		1,95	
1,1	32	2,53	13,75	32	2,53		1,65	
1,2	34	2,35	15,93	34	2,35		1,3	
1,3	26	1,87	18,26	26	1,87		1,4	
1,4	25	1,60	16,30	25	1,60		1,24	
1,5	16	1,40	26,67	16	1,40		1,1	
1,6	19	1,07	15,65	19	1,07		0,8	
1,7	15	1,00	32,14	15	1,00		0,74	
1,8	15	0,73	18,46	15	0,73		0,75	
1,9	15	0,73	20,45	15	0,73		0,52	
2,0	16	0,73	18,46	16	0,73		0,8	
2,1	13	0,80	21,67	13	0,80		0,65	
2,2	9	0,67	15,29	9	0,67		0,58	
2,3	12	0,60	20,00	12	0,60		0,8	
2,4	12	0,87	18,00	12	0,87		0,6	
2,5	11	0,67	16,50	11	0,67		0,35	
2,6	12	0,60	22,00	12	0,60		0,6	
2,7	11	0,70	15,90	11	0,70		0,33	
2,8	13	0,80	17,73	13	0,80		0,63	
2,9	16	0,67	15,90	16	0,67		0,8	
3,0	15	0,93	16,07	15	0,93		0,75	
3,1	13	0,80	15,00	13	0,80		0,65	
3,2	10,7	0,73	21,25	10,7	0,73		0,85	
3,3	11	0,87	10,31	11	0,87		0,55	
3,4	11,8	0,67	13,19	11,8	0,67		1,1	
3,5	22	1,07	30,00	22	1,07		0,65	
3,6	19	1,07	20,36	19	1,07		0,9	
3,7	16	1,27	20,00	16	1,27		0,8	
3,8	18	0,90	14,21	18	0,90		0,9	
3,9	25	1,20	33,46	25	1,20		1,1	
4,0	32	0,87	28,06	32	0,87		1,58	
4,1	33,6	1,20	23,57	33,6	1,20		1,1	
4,2	31	0,67	28,06	31	0,67		0,65	
4,3	13	0,67	19,50	13	0,67		1,35	
4,4	15	0,97	16,07	15	0,97		0,8	
4,5	16	0,93	20,00	16	0,93		0,8	
4,6	16	0,93	20,00	16	0,93		0,8	
4,7	14	1,07	13,13	14	1,07		0,7	
4,8	14	0,80	16,15	14	0,80		0,7	
4,9	14	0,80	16,15	14	0,80		0,7	
5,0	12	1,47	9,47	12	1,47		0,6	
5,1	16,3	1,27	16,76	16,3	1,27		0,05	
5,2	16,6	1,9	0,87	16,6	1,9		0,05	
5,3	17,3	1,33	17,88	17,3	1,33		1,35	
5,4	22	1,73	12,69	22	1,73		1,35	
5,5	17,6	1,9	11,40	17,6	1,9		0,05	
5,6	18,2	1,77	11,95	18,2	1,77		0,05	
5,7	17	1,27	11,95	17	1,27		0,05	
5,8	19	1,47	10,56	19	1,47		0,05	
5,9	18,8	1,07	9,83	18,8	1,07		0,05	
6,0	55	1,20	51,56	55	1,20		0,05	
6,1	19,2	1,27	43,42	19,2	1,27		0,05	
6,2	61	1,27	38,13	61	1,27		0,05	
6,3	19,8	1,93	62,90	19,8	1,93		0,05	
6,4	134	2,07		134	2,07		0,05	

Legenda:
 argilla
 sabbia limoso argillosa
 sabbia
 AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Angolo d'attrito interno, densità
 relativa e coesione

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPTA
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN) - via Andrea Costa
 Data: Luglio 2021

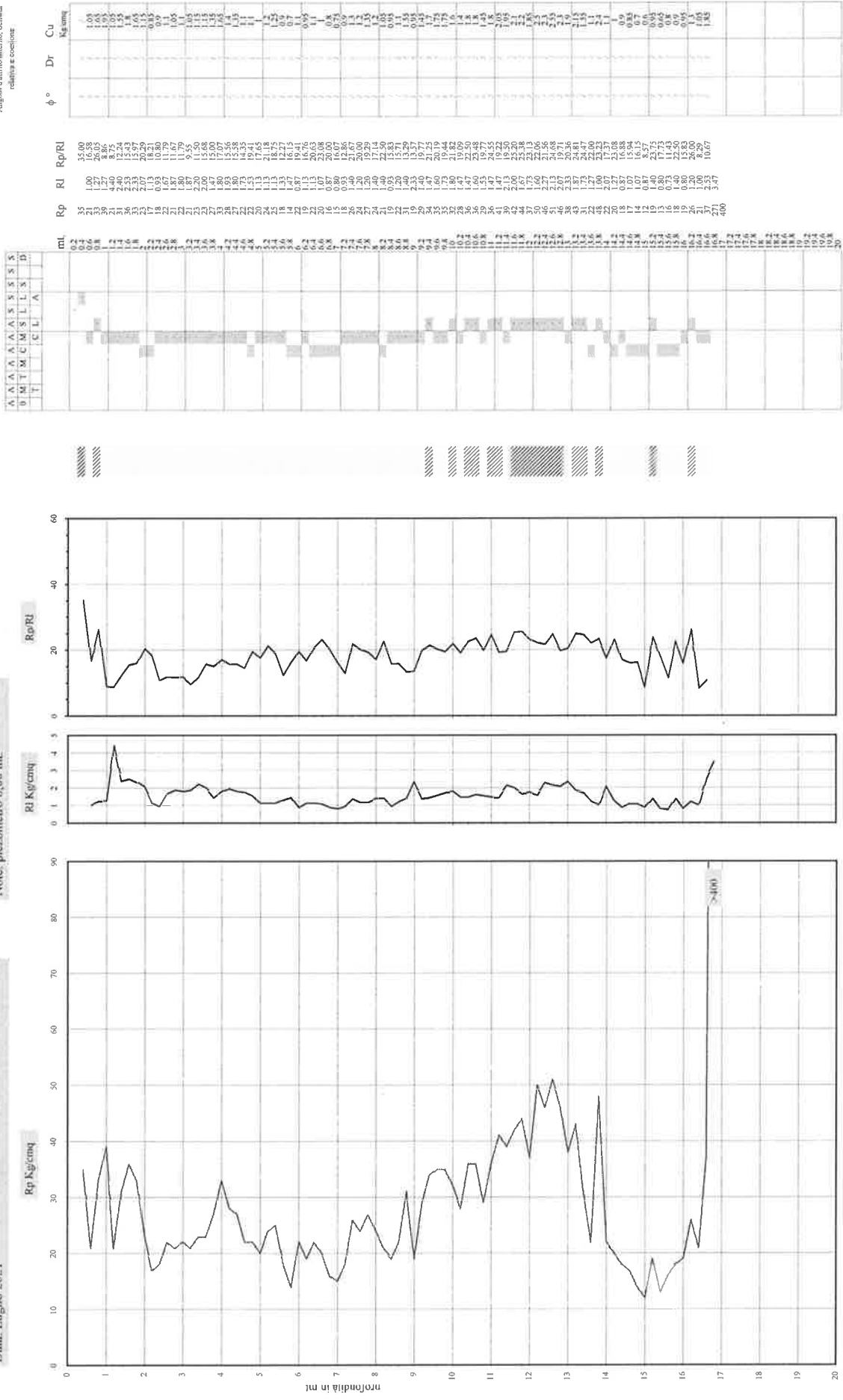
Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -11,20 mt. dal p.c.
 Note: piezometro 6,00 mt.

Pagani TG 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Angolo d'attrito interno, ϕ media
 relativa e coesione



Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argilloso
- sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argilloso
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPTB

Cantiere: Santarcangelo di R. (RN) - via Andrea Costa

Data: Luglio 2021

Quota inizio: piano campagna

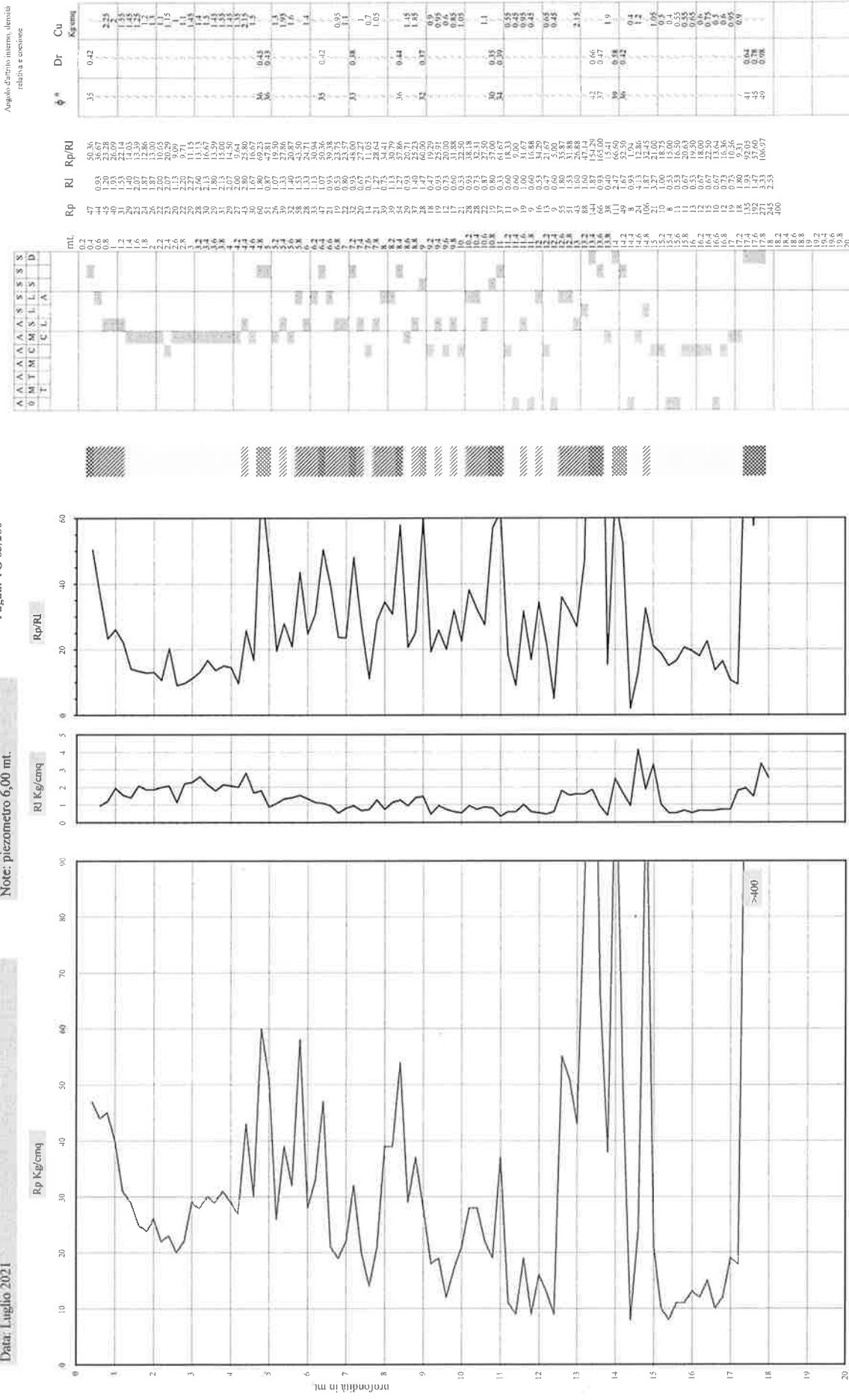
Liv.falda: -6,40 mt. dal p.c.

Note: piezometro 6,00 mt.

Pagani TC 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



ml	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0.1	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.5	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.6	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.7	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.8	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
0.9	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.1	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.5	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.6	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.7	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.8	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
1.9	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6
2.0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Legenda:

- argilla
- sabbia limosa argillosa
- sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera; AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta; AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa; SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa; SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CP7C
 Cantiere: Santarcangelo di R. (RN) - via Andrea Costa
 Data: Luglio 2021

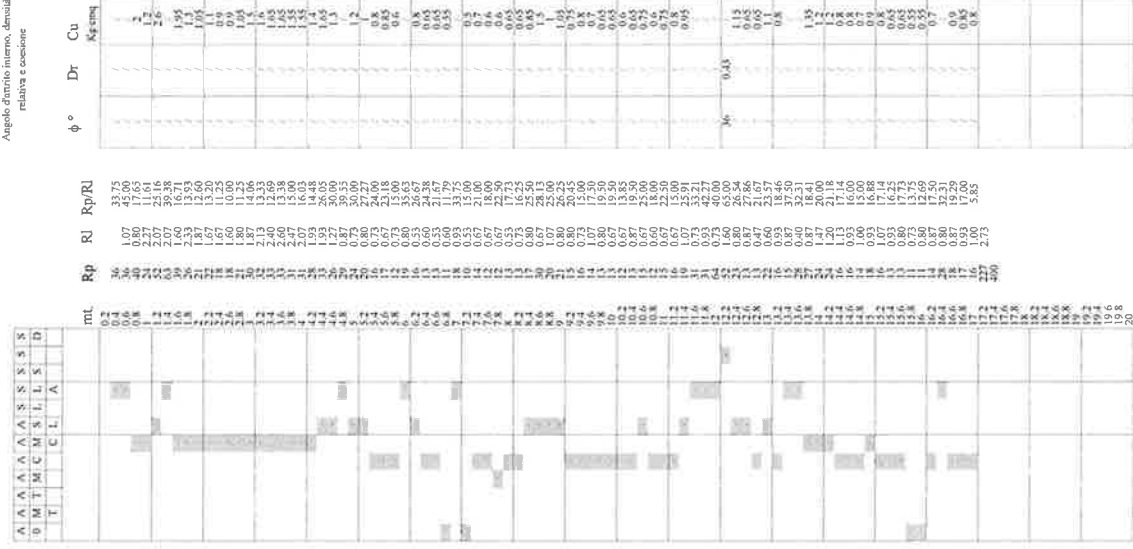
Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: -6,70 mt. dal p.c.
 Note: piezometro 6,00 mt.

Pagani TG 63/200



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Angolo d'attrito interno, densità
 relativa e coesione



Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASI argilla sabbiosa limosa;
 SI sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
 SS sabbia sciolta; SDS sabbia densa

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE VIA A. COSTA / EMILIA

- prova penetrometrica statica con punta elettrica -

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

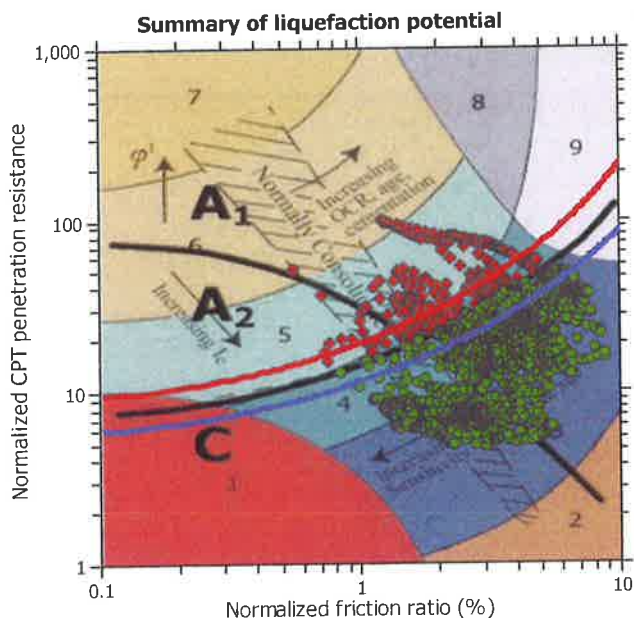
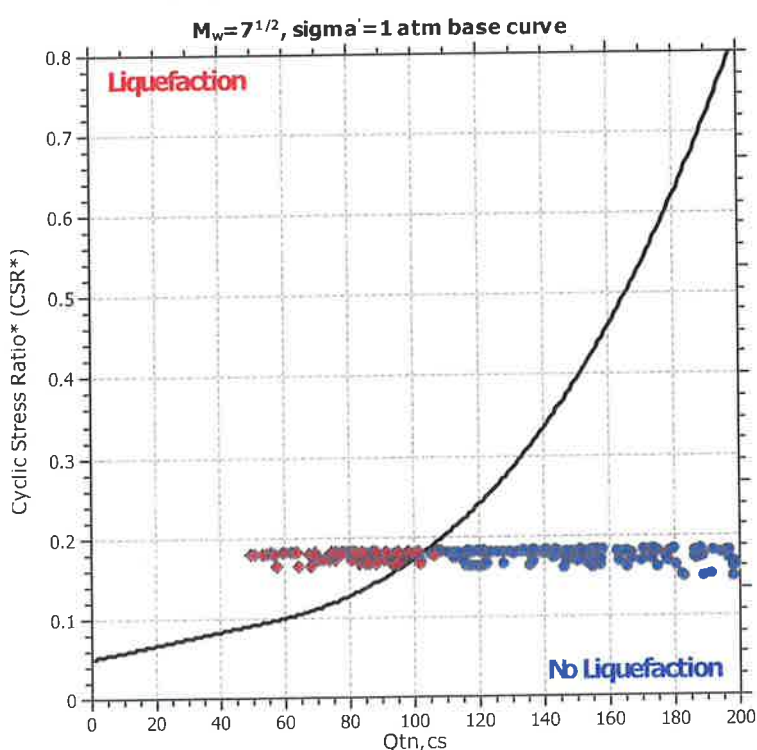
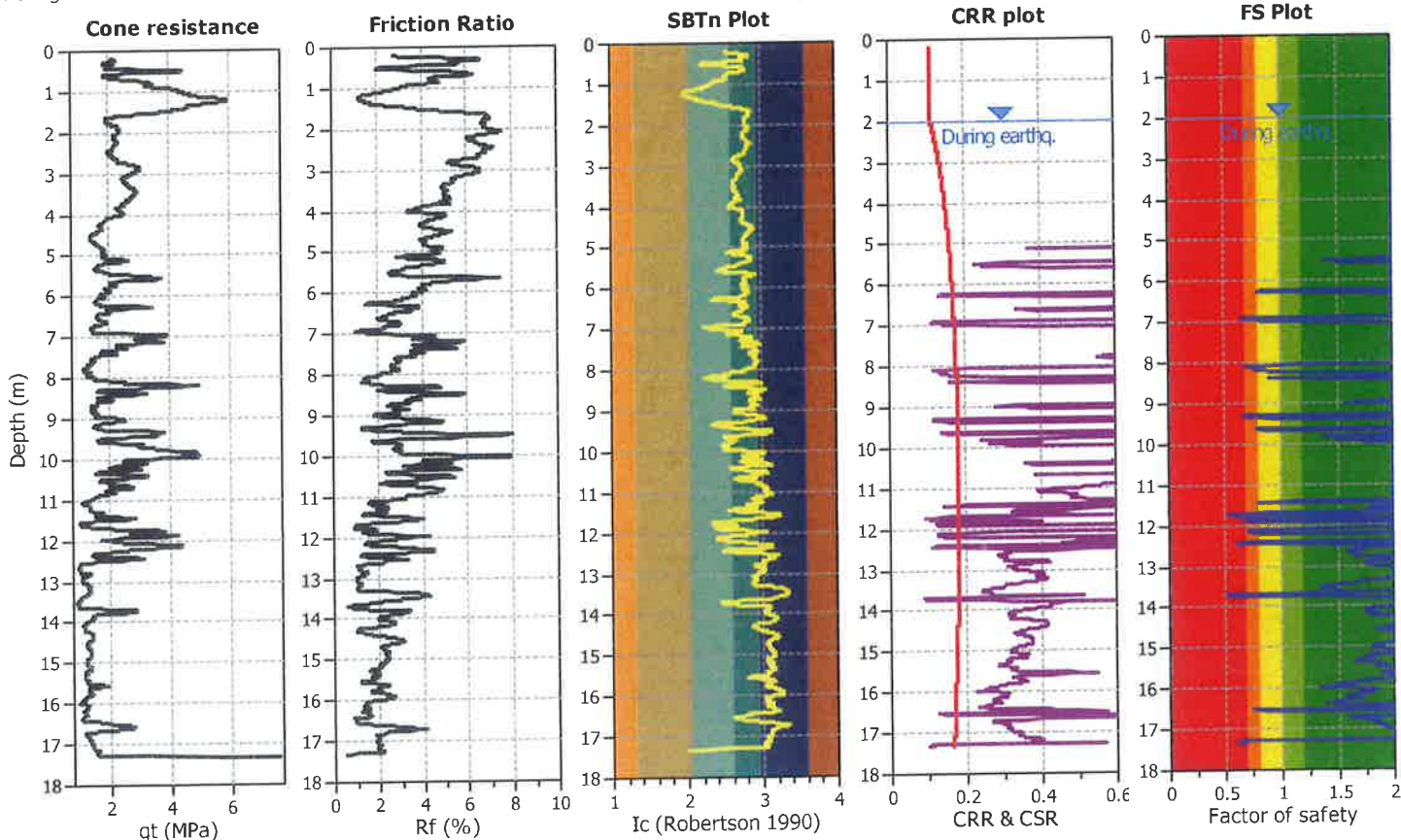
Project title : CPTE

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

CPT file : 1

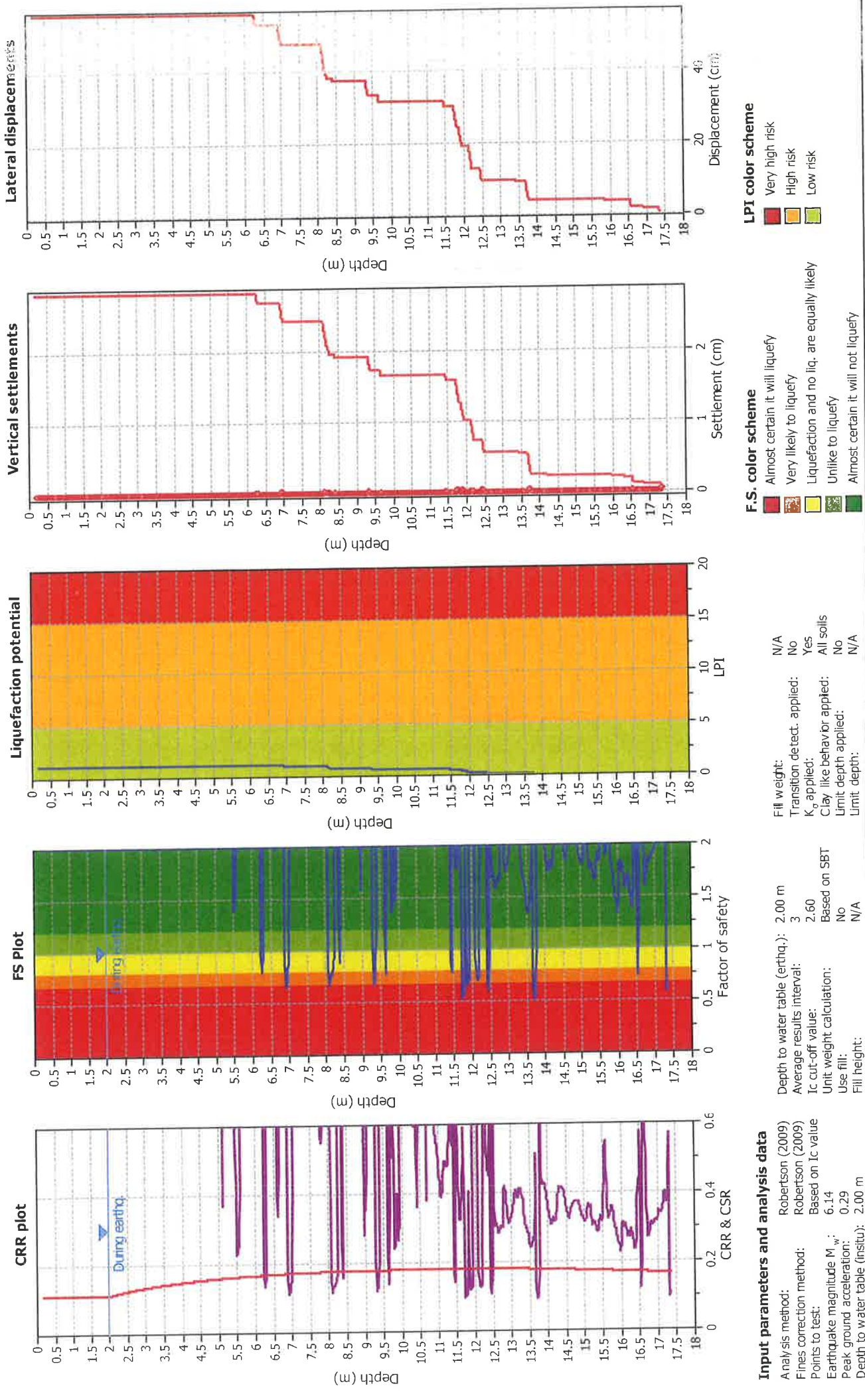
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	Yes		



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Project title : CPTe

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

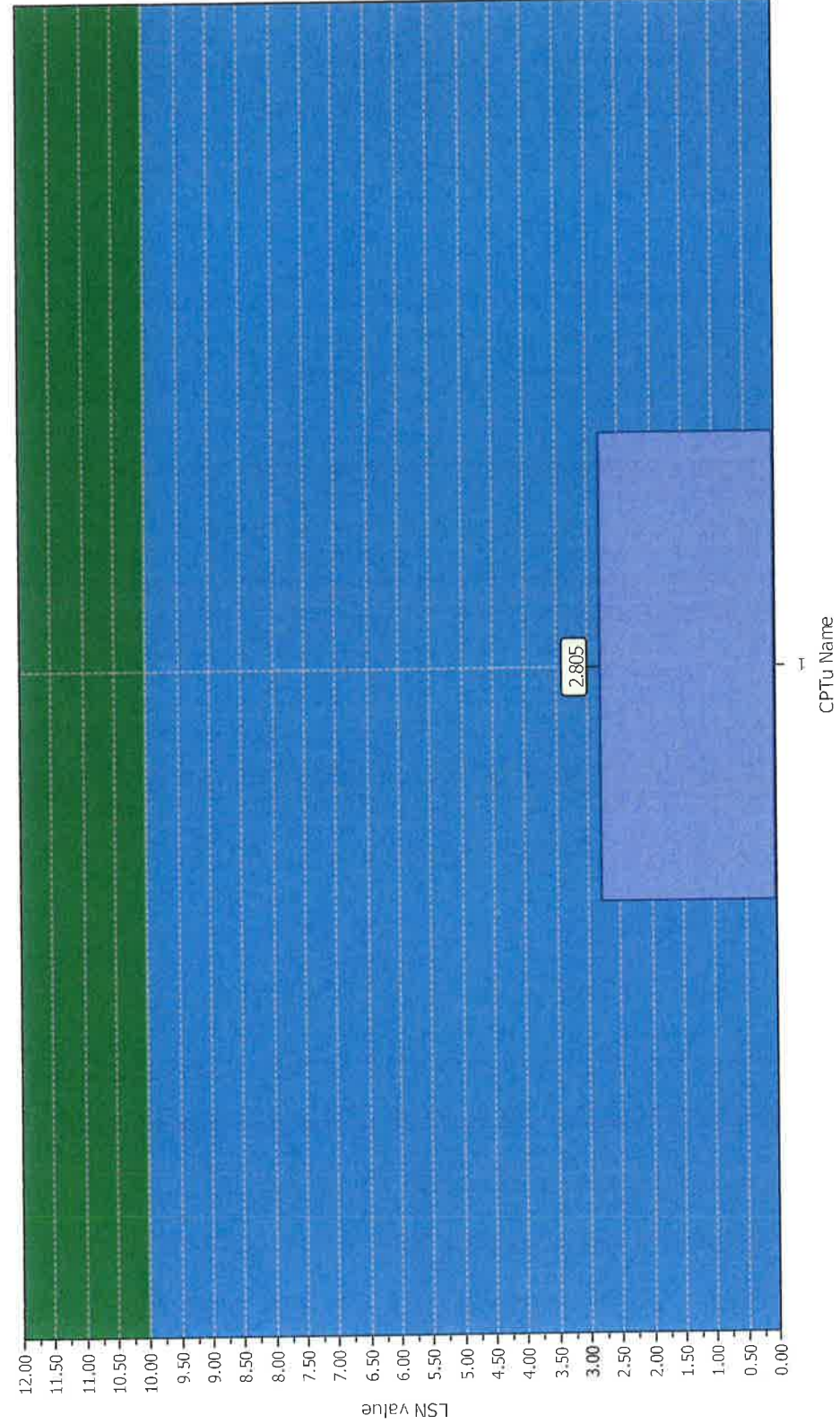
Overall Liquefaction Potential Index report




Project title : CPTe

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

Overall Liquefaction Severity Number report



LSN color scheme

-  Severe damage
-  Major expression of liquefaction
-  Moderate to severe exp. of liquefaction
-  Moderate expression of liquefaction
-  Minor expression of liquefaction
-  Little to no expression of liquefaction

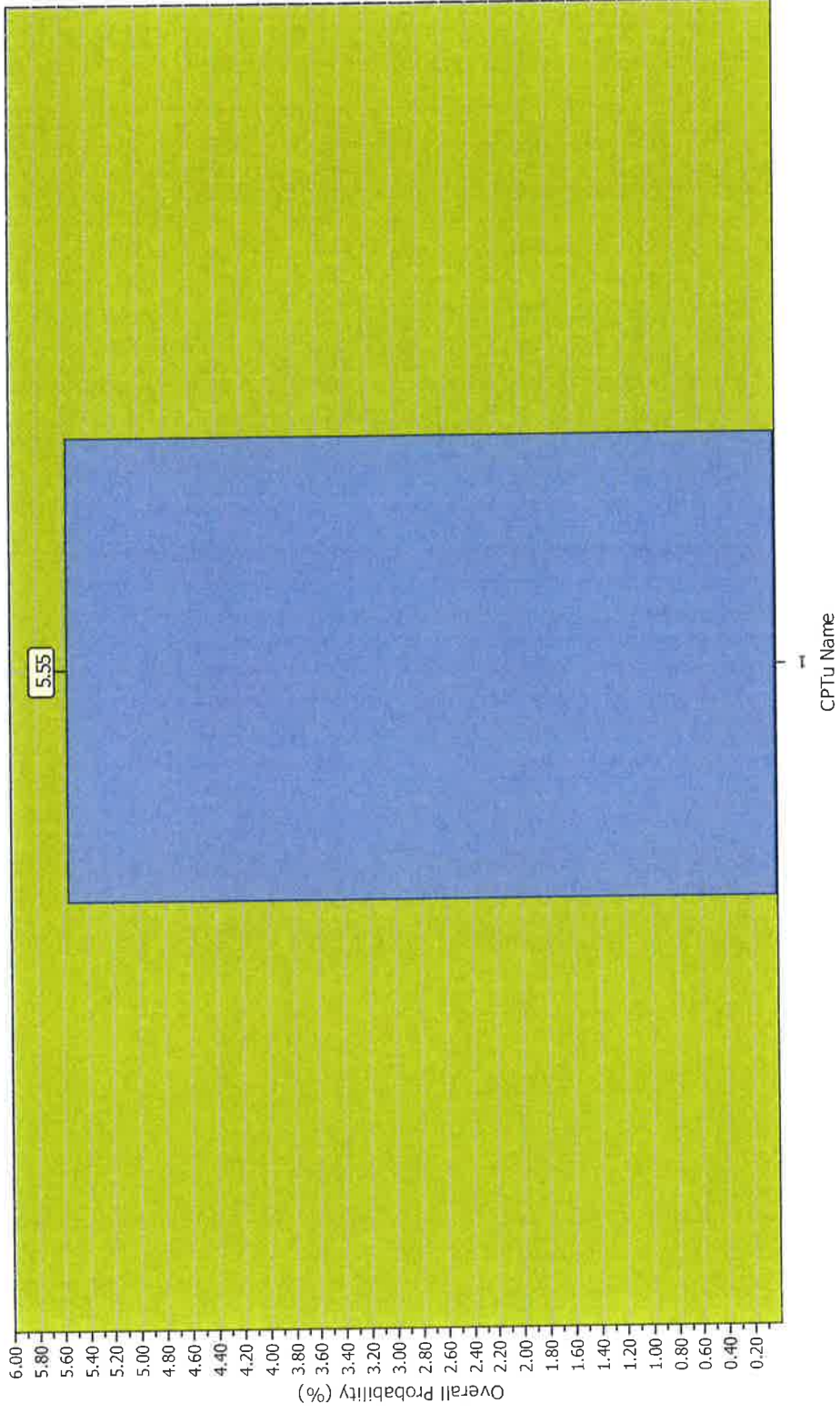
Basic statistics

- Total CPT number: 1
- 100% little liquefaction
- 0% minor liquefaction
- 0% moderate liquefaction
- 0% moderate to major liquefaction
- 0% major liquefaction
- 0% severe liquefaction

Project title : CPTe

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

Overall Probability for Liquefaction report



Probability color scheme

- Very High Probability
- High Probability
- Low Probability

Basic statistics

Total CPT number: 1
 100% low probability
 0% high probability
 0% very high probability

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

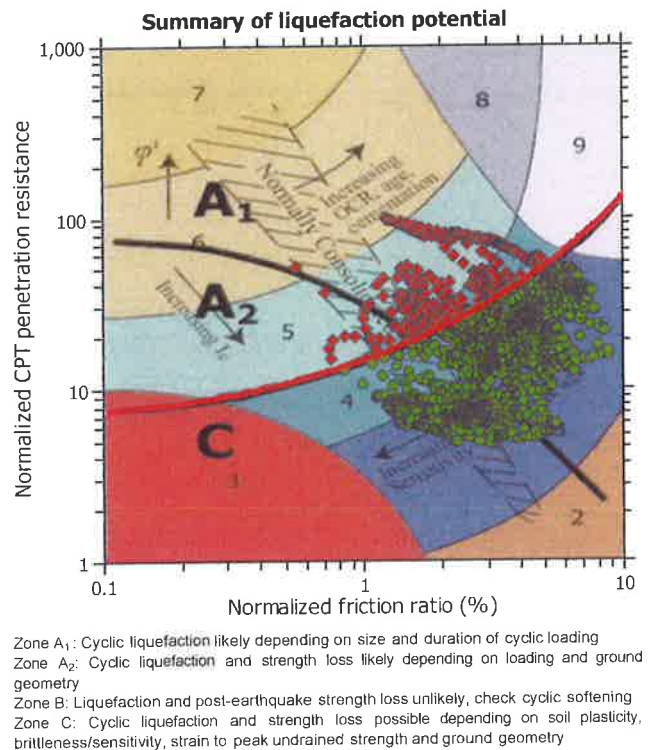
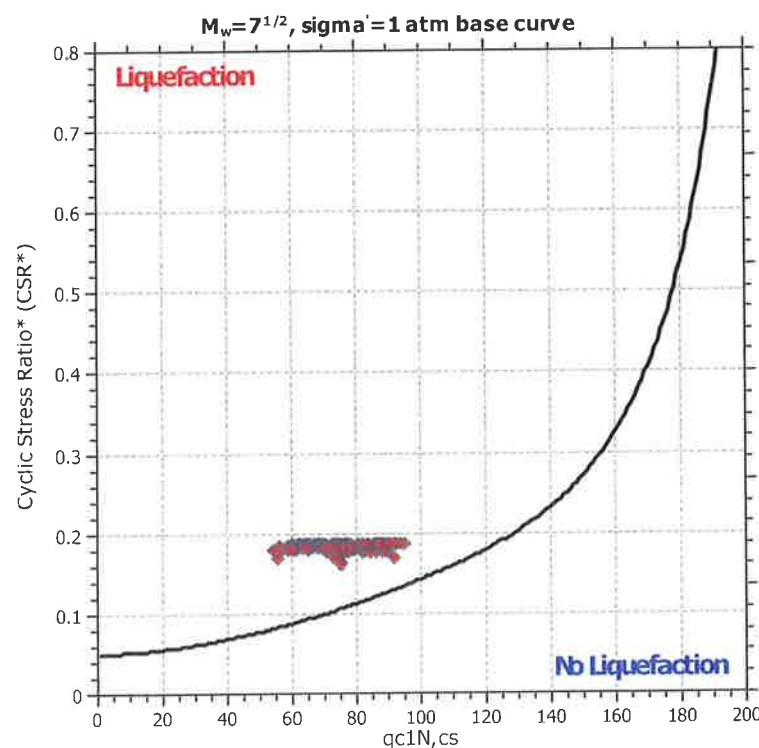
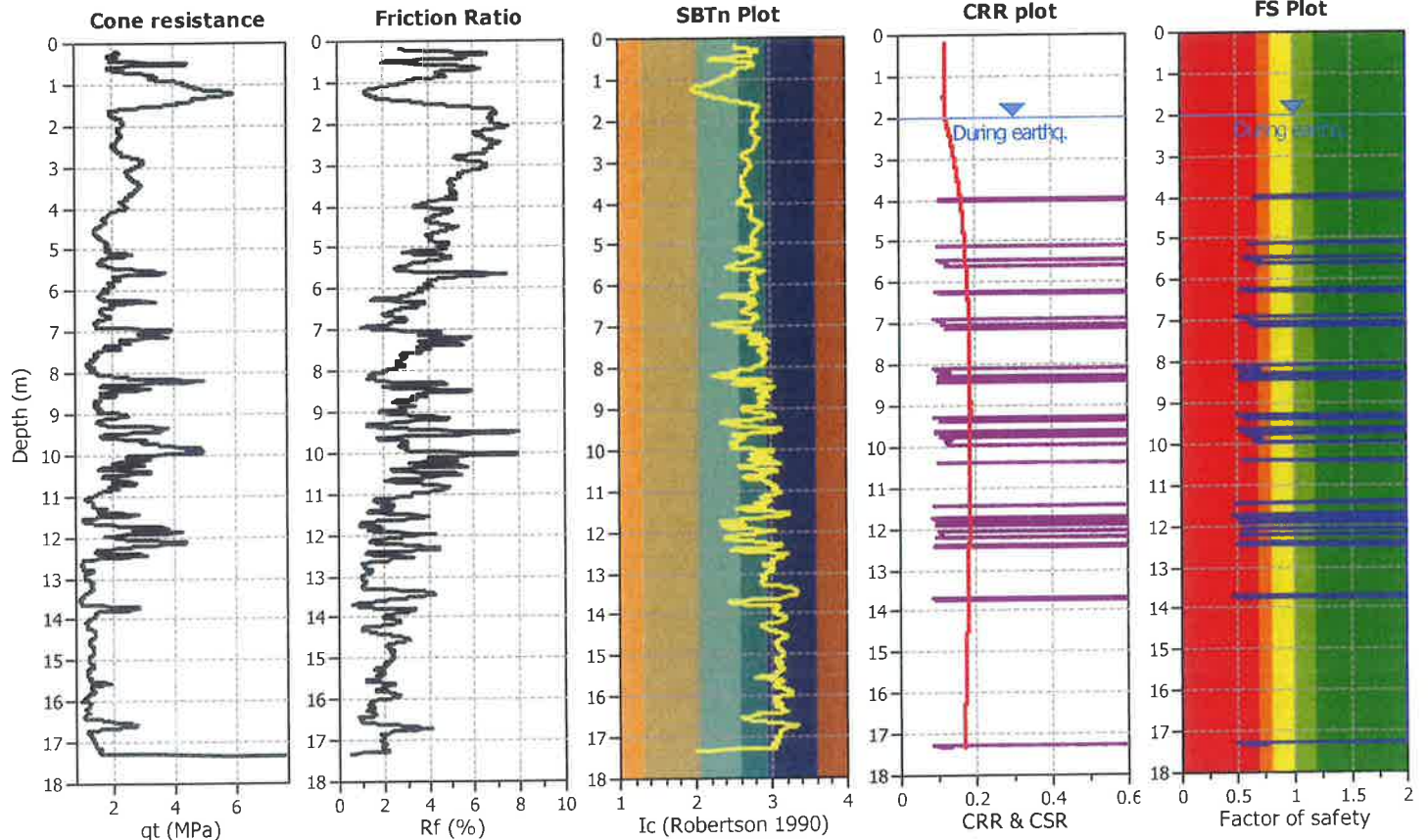
Project title : CPTE

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

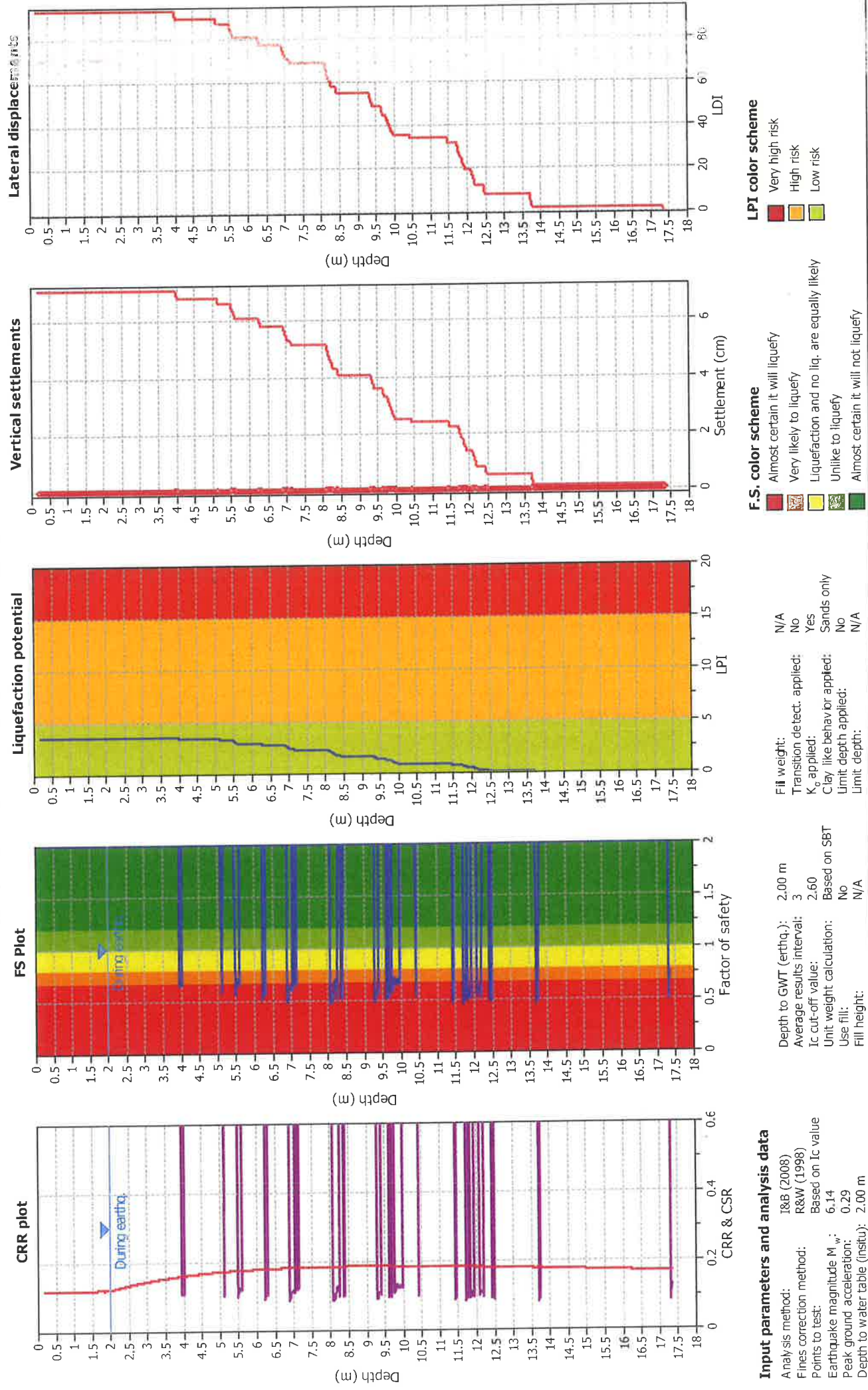
CPT file : 1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	I&B (2008)	G.W.T. (in-situ):	2.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	R&W (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



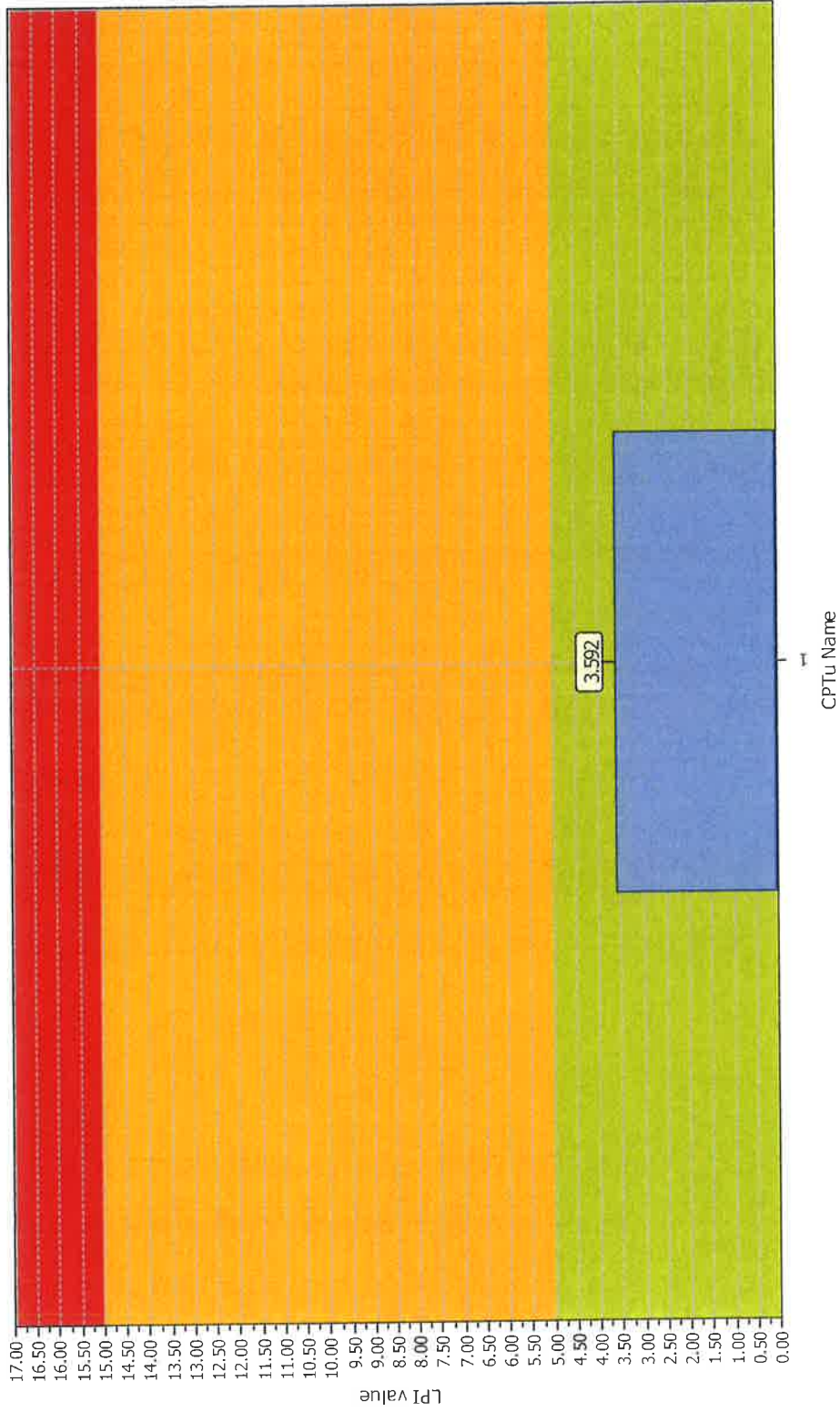
Liquefaction analysis overall plots



Project title : CPTe

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

Overall Liquefaction Potential Index report



LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

Basic statistics

Total CPT number: 1

100% low risk

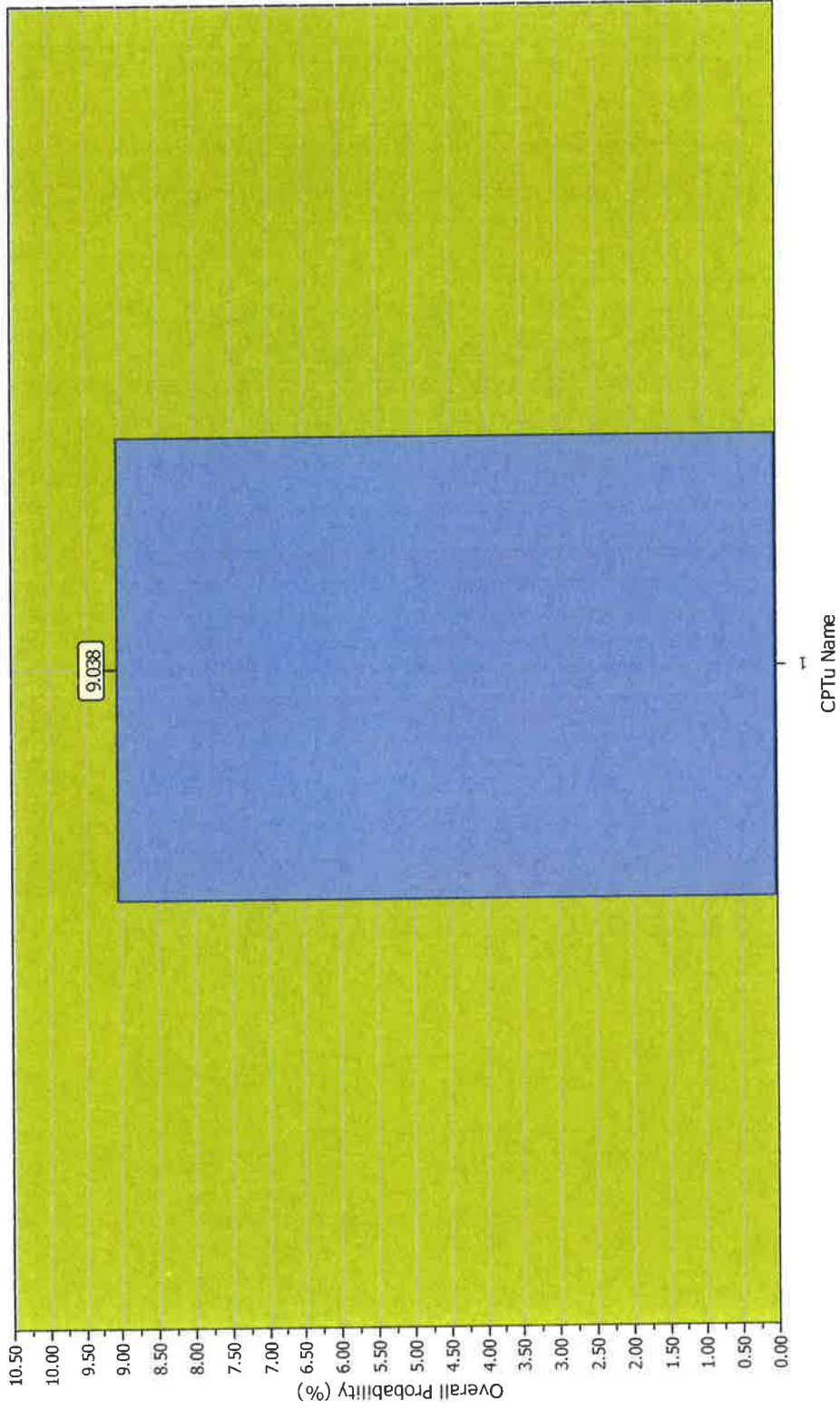
0% high risk

0% very high risk

Project title : CPTe

Location : Santarcangelo di R.(RN) - Via Andrea Costa

Overall Probability for Liquefaction report



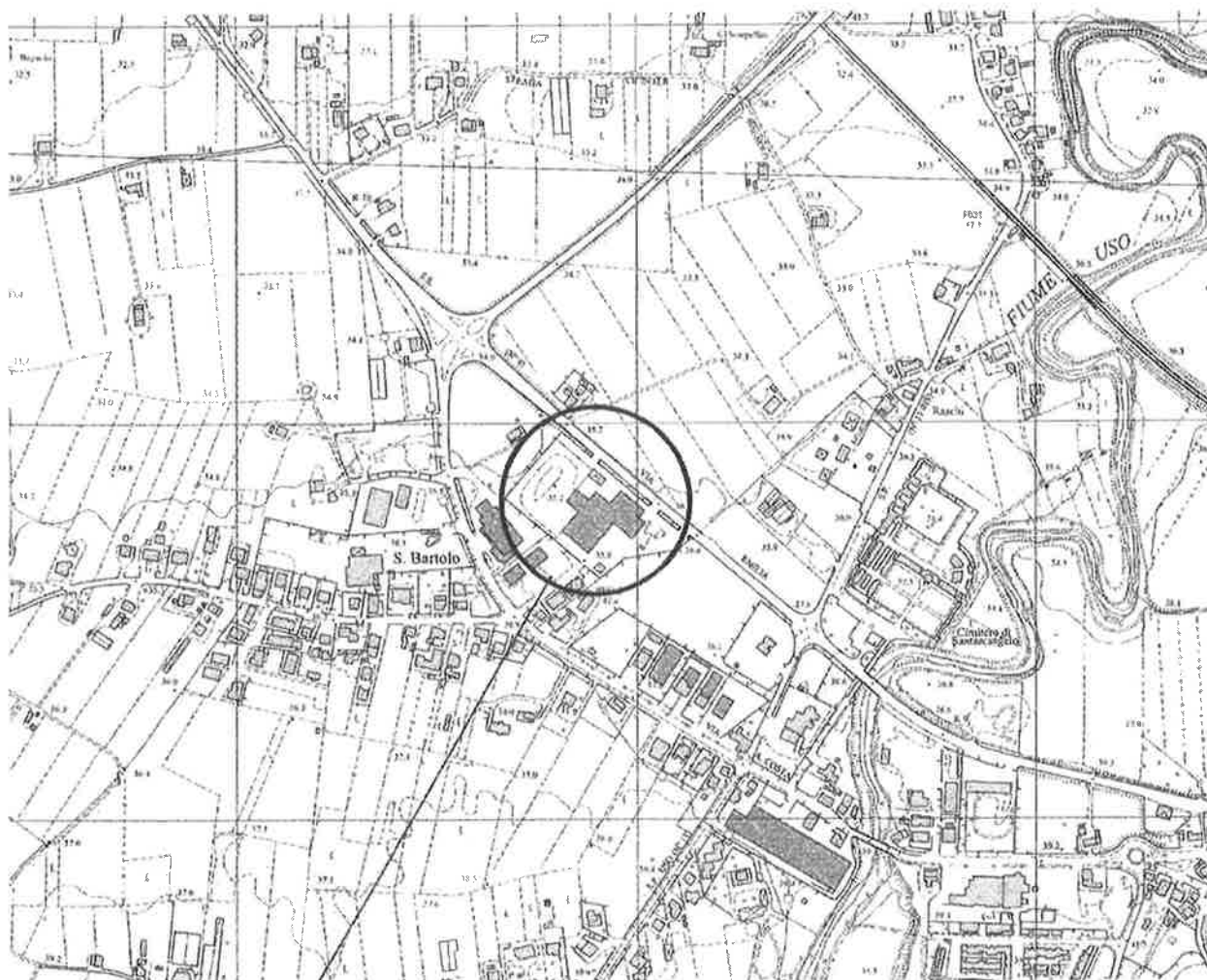
Basic statistics

Total CPT number: 1
 100% low probability
 0% high probability
 0% very high probability

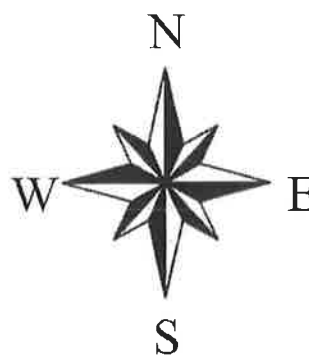
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- prove penetrometriche statiche con punta meccanica -

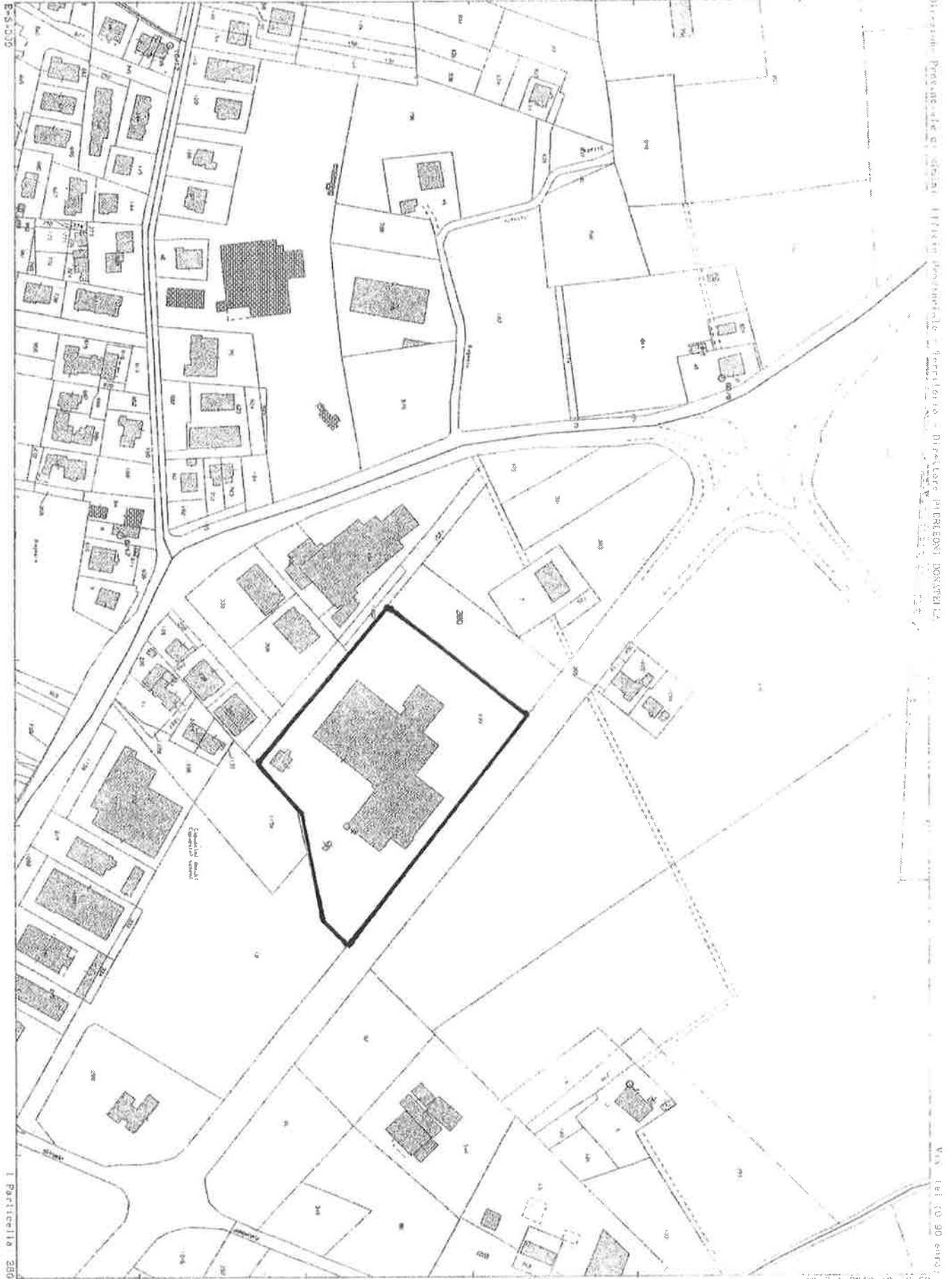
(da Dr. Geol. F. Battistini – periodo: Dicembre 2019).

PLANIMETRIA scala 1 : 5.000



Area in esame



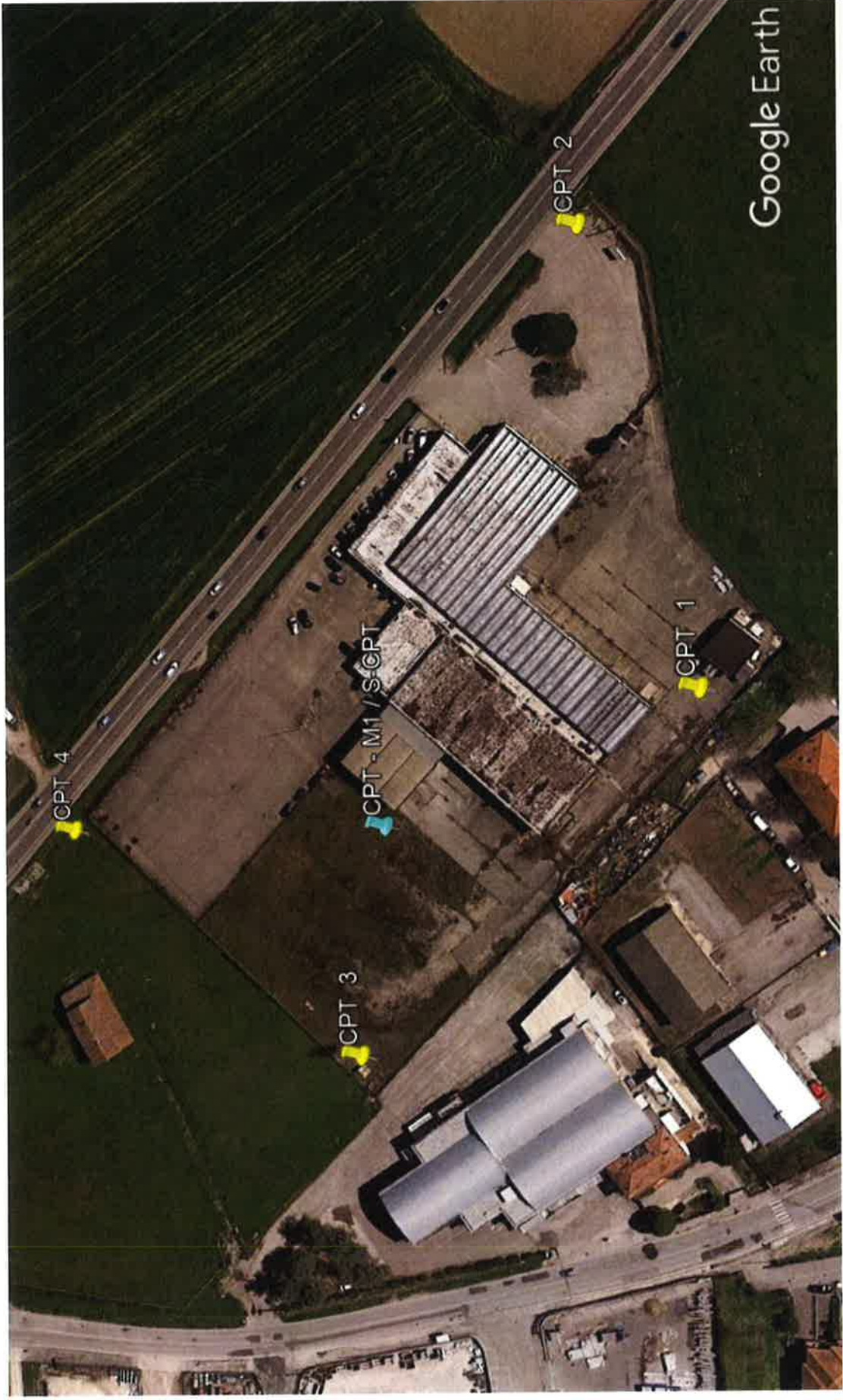


B-5-015

Disegnato: Provincia di Rimini - Ufficio Provinciale di Registrazione - Direzione Provinciale, Conservatoria di

1 Particella 250

Via. Lei 10 90 art. 1



Google Earth

Committente: **Spett. Soc. ADRIAUTO S.r.l. (in liquidazione)**

Cantiere: **Via Emilia Ovest**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

1

Riferimento:

Data

Dic. 2019

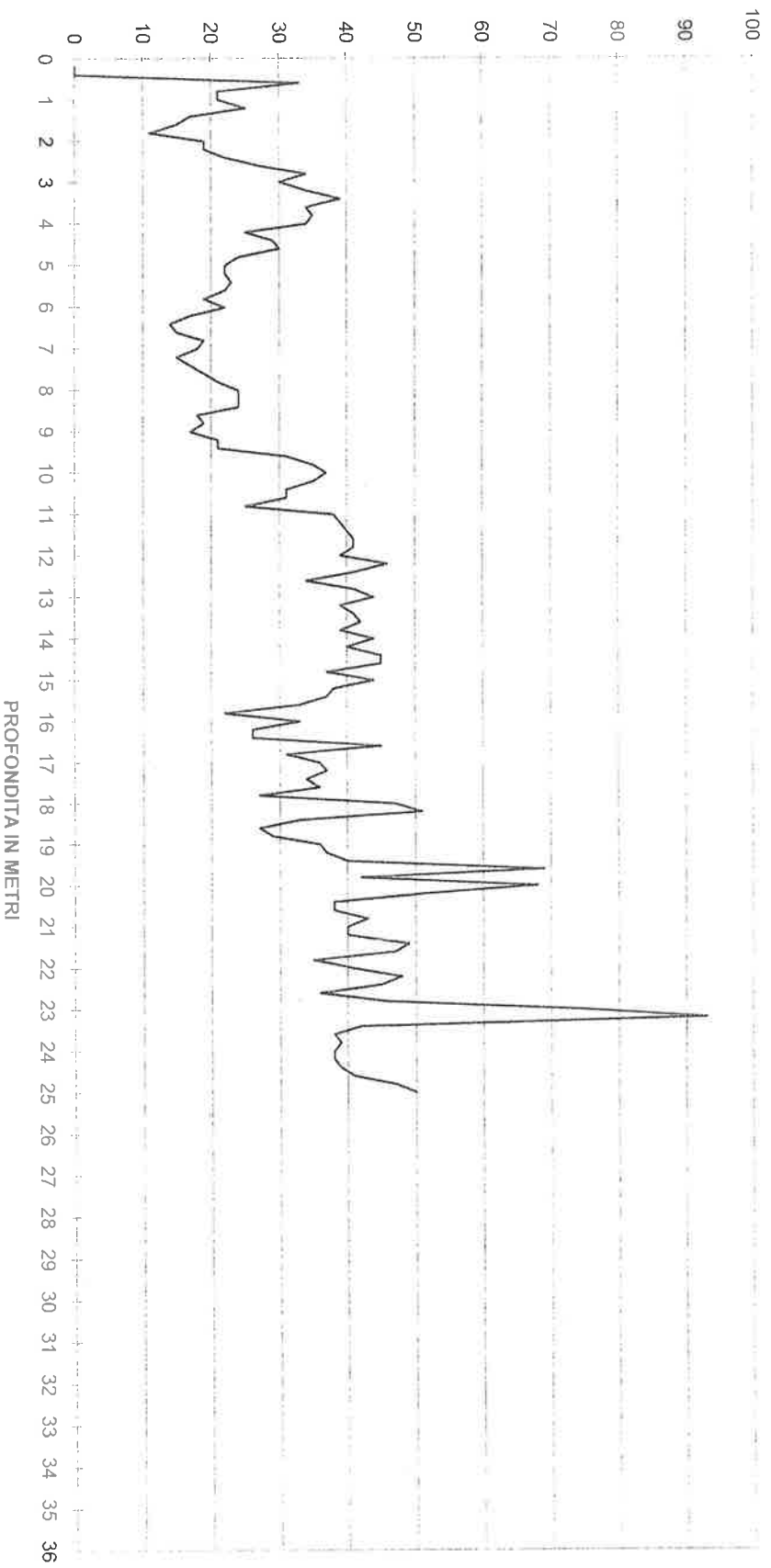
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

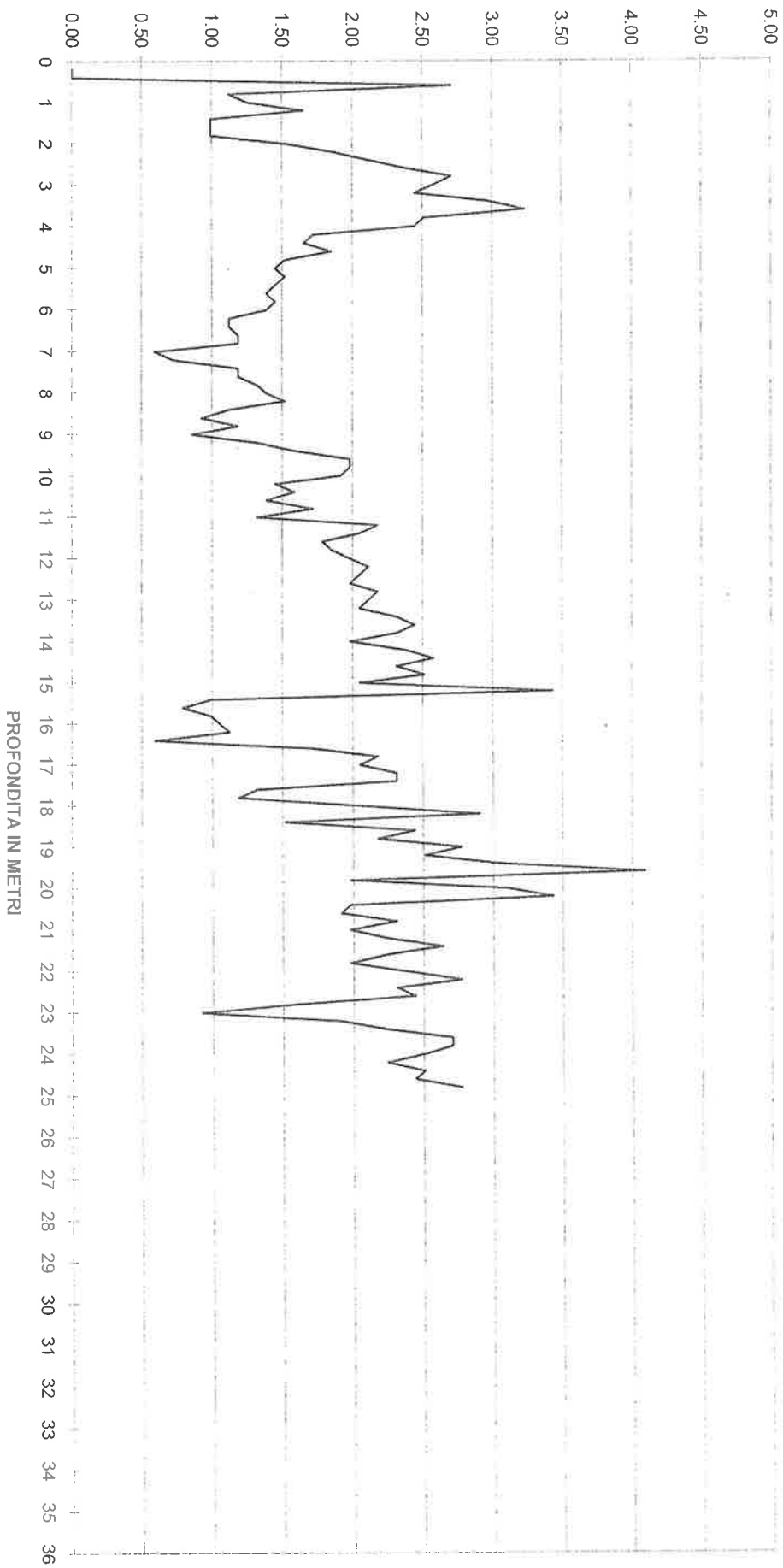
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
				20	33		50	81			
				20	40		32	76			
	32	79		30	54		26	49			
	20	61		34	64		28	65			
1.0	20	37	10.0	36	66	19.0	35	68	28.0		
	24	43		34	63		36	78			
	16	41		30	52		39	77			
	14	29		30	54		68	114			
	10	25		24	45		41	103			
2.0	18	33	11.0	37	63	20.0	67	97	29.0		
	18	41		38	58		50	97			
	21	49		39	72		37	89			
	26	58		40	71		37	67			
	33	69		40	67		42	71			
3.0	29	70	12.0	38	66	21.0	39	74	30.0		
	33	72		45	75		39	69			
	38	75		40	72		48	82			
	33	78		33	64		46	86			
	34	83		40	70		34	68			
4.0	33	71	13.0	43	76	22.0	40	70	31.0		
	24	61		38	70		47	83			
	28	54		40	71		44	86			
	29	54		41	76		35	70			
	23	51		38	75		45	82			
5.0	21	44	14.0	43	78	23.0	73	97	32.0		
	21	43		39	69		92	106			
	22	45		44	80		41	70			
	21	43		44	83		37	71			
	18	39		36	71		38	79			
6.0	21	43	15.0	43	81	24.0	37	78	33.0		
	16	37		37	68		37	75			
	13	30		36	88		38	72			
	14	31		32	47		40	78			
	18	36		21	33		46	83			
7.0	17	35	16.0	32	47	25.0	49	91	34.0		
	14	23		25	41						
	16	27		25	42						
	18	36		44	53						
	20	38		30	56						
8.0	23	43	17.0	35	68	26.0			35.0		
	23	44		36	67						
	23	46		33	68						
	17	34		35	70						
	18	32		26	46						
9.0	16	34	18.0	46	64	27.0			36.0		

H2O =

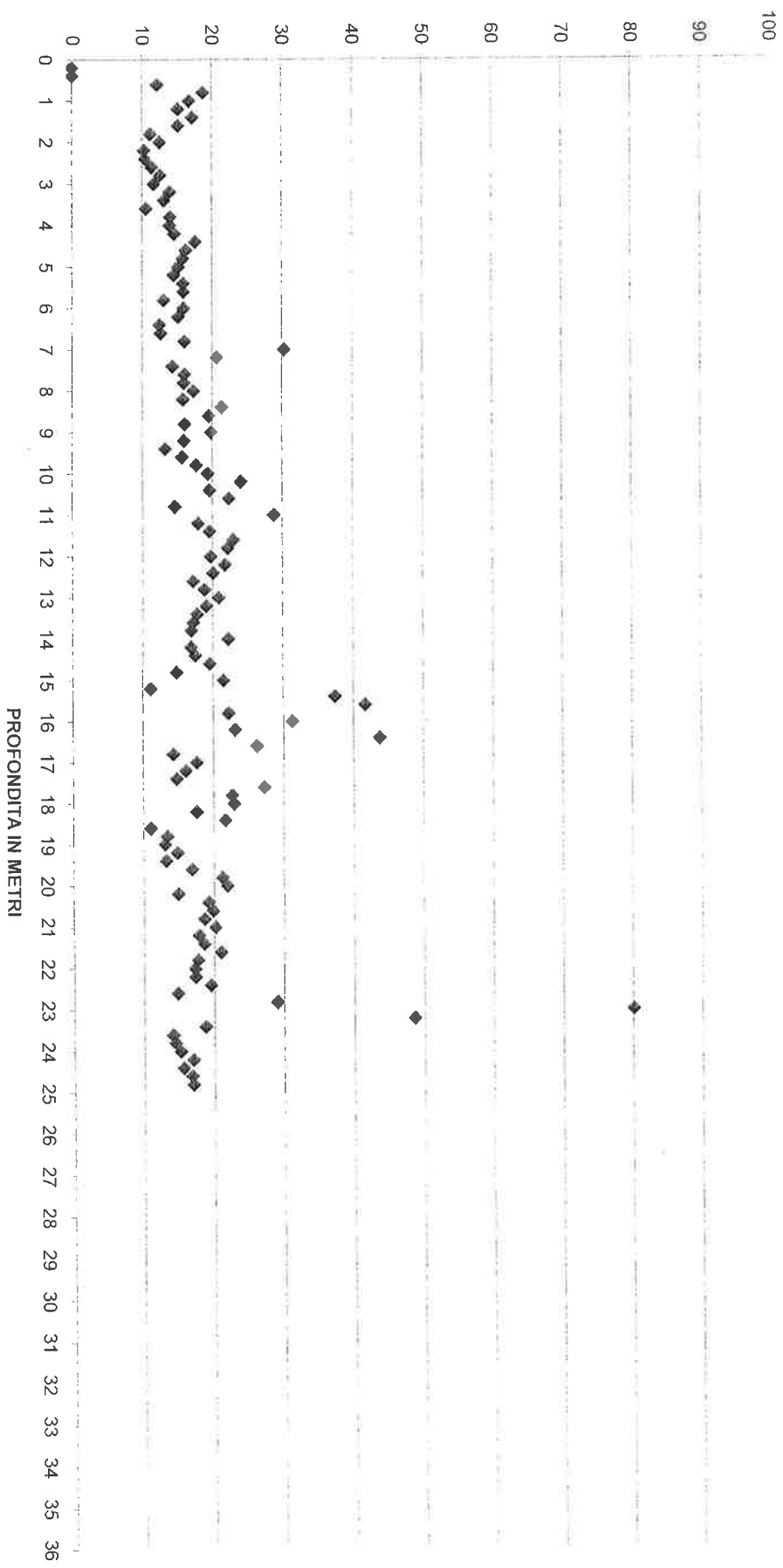
MISURA RP (Kg/cmq)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA BEGEMANN (RP/RL)



Committente: **Spett. Soc. ADRIAUTO S.r.l. (in liquidazione)**

Cantiere: **Via Emilia Ovest**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

2

Riferimento:

Data

Dic. 2019

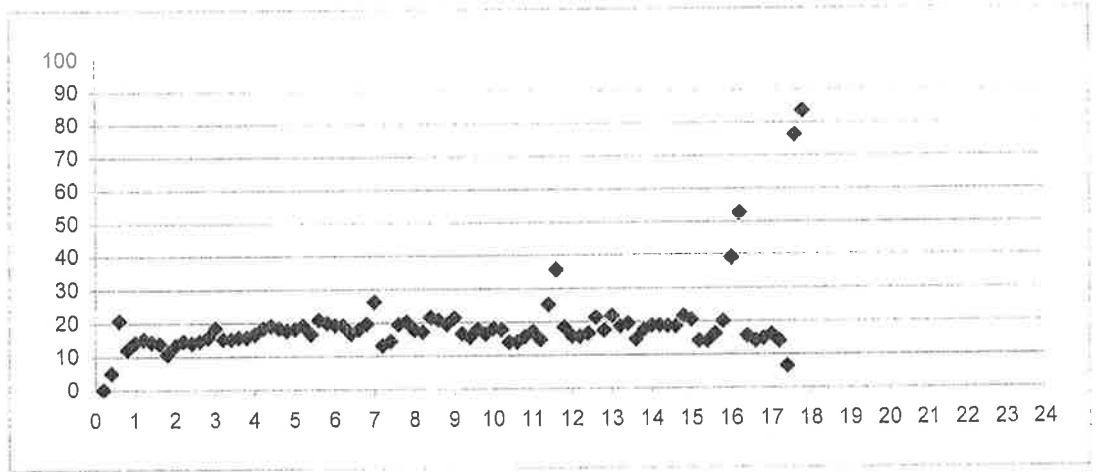
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

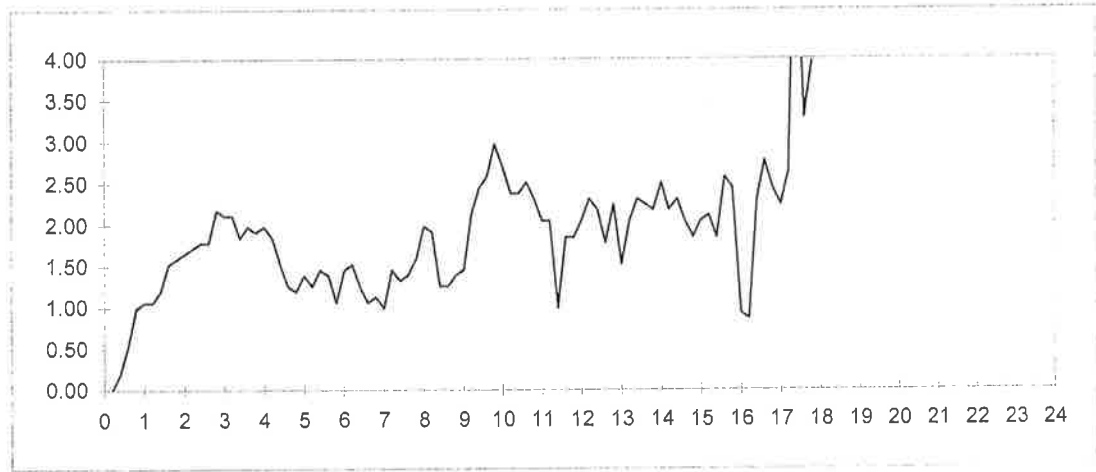
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		28	50		35	66			
	0	0		20	43		35	70			
	10	13		18	37		37	70			
1,0	11	19	7,0	21	37	13,0	38	65	19,0		
	14	29		25	42		32	66			
	15	31		18	33		37	60			
	16	32		18	40		44	75			
	20	38		26	46		32	67			
	16	39		31	52		37	71			
2,0	21	45	8,0	34	58	14,0	46	79	20,0		
	24	49		32	62		40	78			
	24	50		26	55		42	75			
	25	52		25	44		37	72			
	33	60		26	45		39	70			
3,0	38	71	9,0	30	51	15,0	41	69	21,0		
	31	63		34	56		29	60			
	27	59		37	69		25	57			
	30	58		45	82		41	69			
	29	59		48	87		48	87			
4,0	32	61	10,0	48	93	16,0	35	72	22,0		
	33	63		41	82		44	58			
	28	56		32	68		35	48			
	22	45		34	70		38	73			
	20	39		35	73		35	77			
5,0	24	42	11,0	34	69	17,0	35	72	23,0		
	23	44		29	60		36	70			
	23	42		24	55		38	78			
	28	50		65	80		250	341			
	20	41		33	61		330	380			
6,0	27	43	12,0	31	59	18,0	370	430	24,0		

H2O =

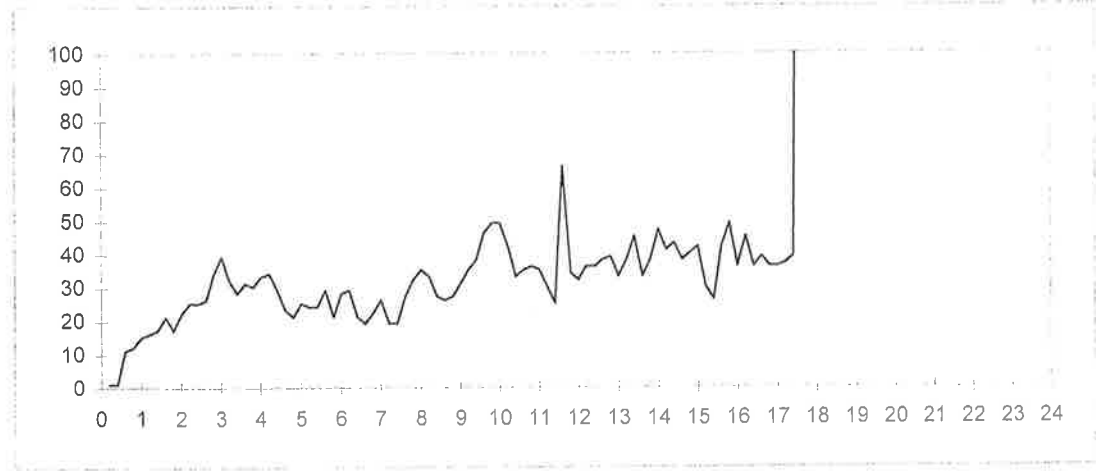
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



Committente: **Spett. Soc. ADRIAUTO S.r.l. (in liquidazione)**

Cantiere: **Via Emilia Ovest**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

3

Riferimento:

Data

Dic. 2019

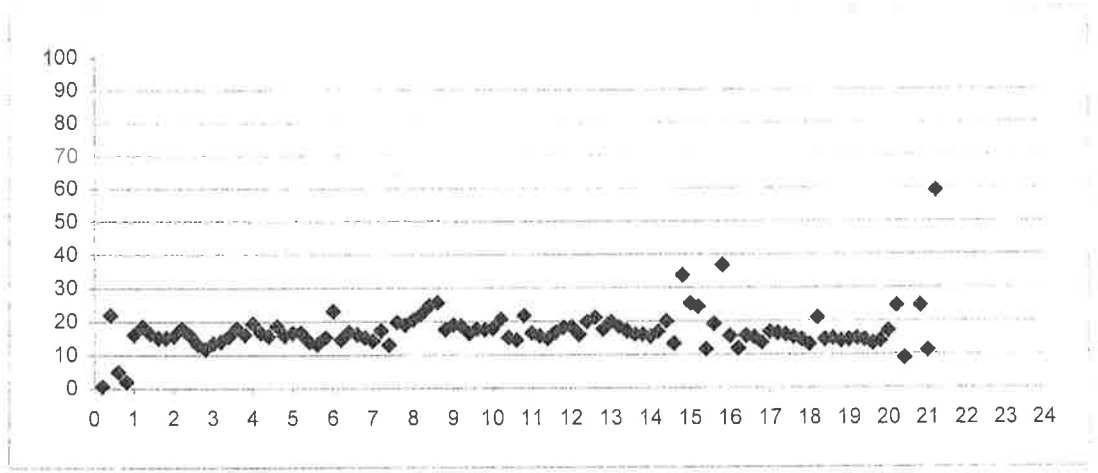
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

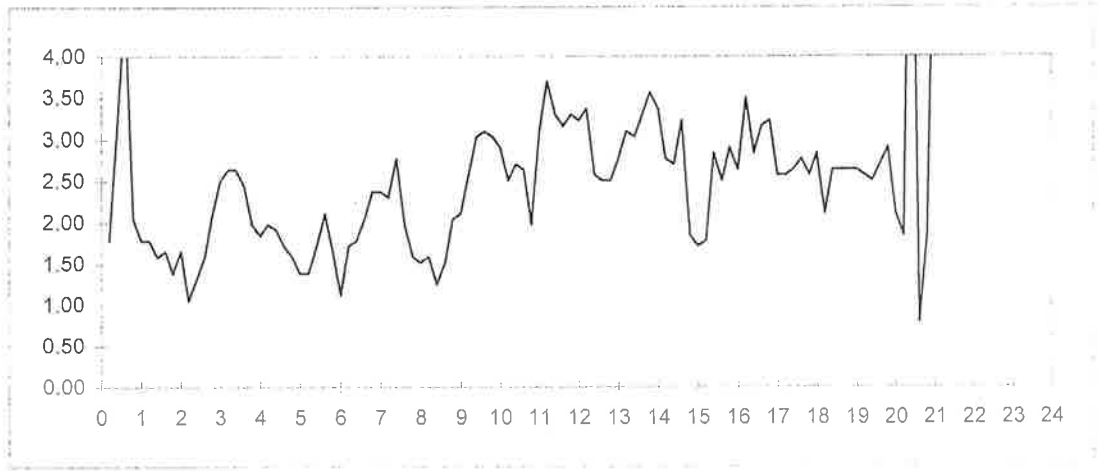
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		24	41		53	102		43	86
	69	96		29	55		50	101		37	69
	22	70		32	59		52	91		38	78
	3	73		35	66		43	81		36	76
1,0	28	59	7,0	33	69	13,0	54	92	19,0	37	77
	32	59		39	75		56	98		37	77
	25	52		35	70		51	98		35	74
	24	48		38	80		52	98		35	73
	20	45		29	59		56	106		40	81
2,0	25	46	8,0	30	54	14,0	51	105	20,0	35	79
	18	43		34	57		46	97		44	76
	20	36		30	54		53	95		68	96
	20	40		38	57		42	83		240	360
	24	48		35	58		61	110		44	56
3,0	33	65	9,0	39	70	15,0	42	70	21,0	68	96
	36	74		47	79		42	68		380	475
	40	80		49	88		32	59		352	450
	43	83		54	100		47	90			
	31	68		52	99		105	143			
4,0	35	65	10,0	51	97	16,0	40	84	22,0		
	32	60		51	95		40	80			
	29	59		40	78		43	96			
	31	60		37	78		47	90			
	24	50		42	82		43	91			
5,0	22	46	11,0	50	80	17,0	42	91	23,0		
	22	43		57	104		41	80			
	23	44		48	104		41	80			
	27	53		52	102		41	81			
	24	56		59	107		36	78			
6,0	25	50	12,0	58	108	18,0	36	75	24,0		

H2O =

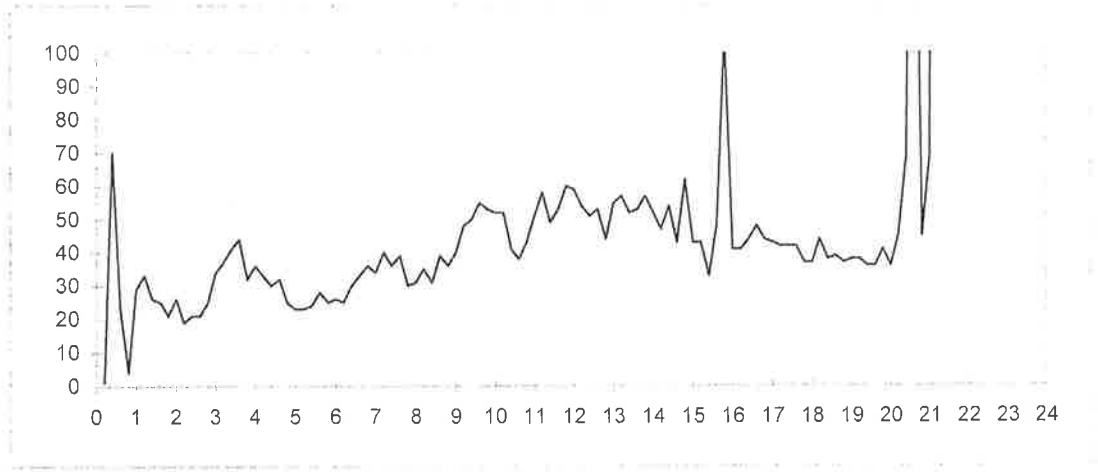
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



Committente: **Spett. Soc. ADRIAUTO S.r.l. (in liquidazione)**

Cantiere: **Via Emilia Ovest**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

4

Riferimento:

Data

Dic. 2019

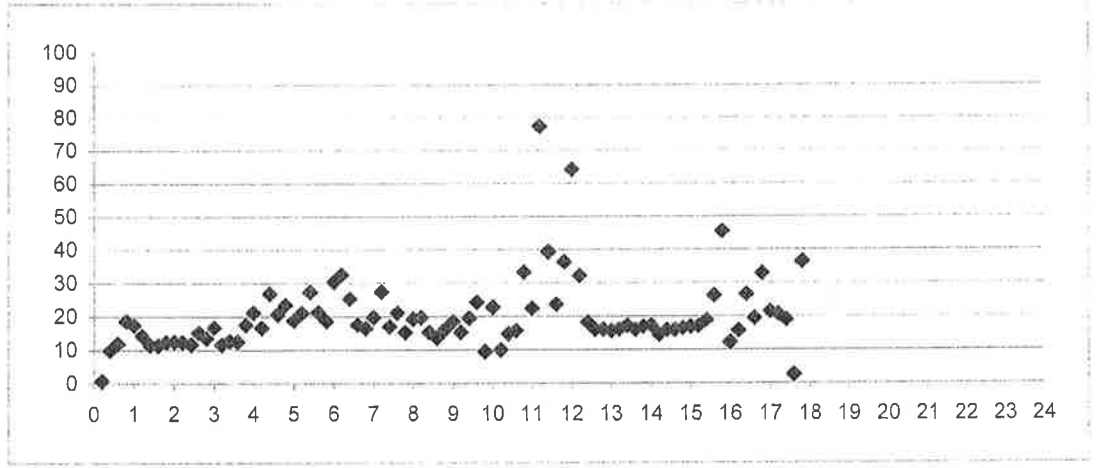
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

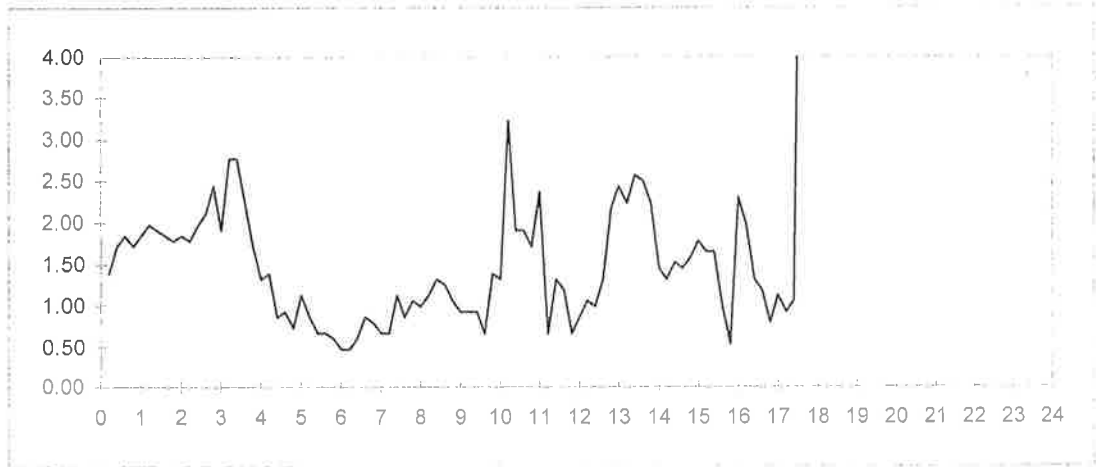
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		14	21		33	46			
	16	37		14	21		17	33			
	21	47		14	23		20	35			
1,0	31	59	7,0	12	25	13,0	34	54	19,0		
	31	57		12	24		37	70			
	27	55		17	27		35	72			
	21	51		18	28		43	77			
	20	49		17	34		39	78			
2,0	21	49	8,0	15	28	14,0	37	75	20,0		
	22	49		18	34		24	58			
	21	49		21	36		18	40			
	22	49		19	36		23	43			
	31	61		16	36		22	45			
3,0	32	64	9,0	16	35	15,0	25	47	21,0		
	31	68		16	32		29	53			
	31	60		13	27		27	54			
	34	76		17	31		30	55			
	27	69		15	29		25	50			
4,0	29	63	10,0	12	22	16,0	23	38	22,0		
	27	53		29	50		27	35			
	22	42		31	51		30	65			
	22	43		27	76		34	64			
	18	31		29	58		22	42			
5,0	16	30	11,0	56	85	17,0	25	43	23,0		
	20	31		52	78		23	35			
	17	34		50	86		18	35			
	17	30		51	61		19	33			
	13	23		27	47		18	34			
	10	20		23	41		300	420			
6,0	13	22	12,0	54	64	18,0	355	480	24,0		

H2O =

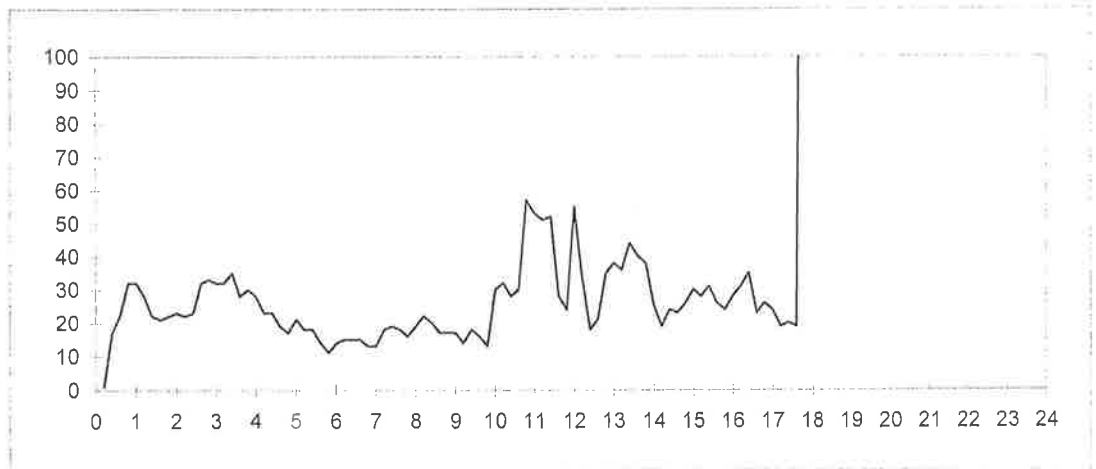
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



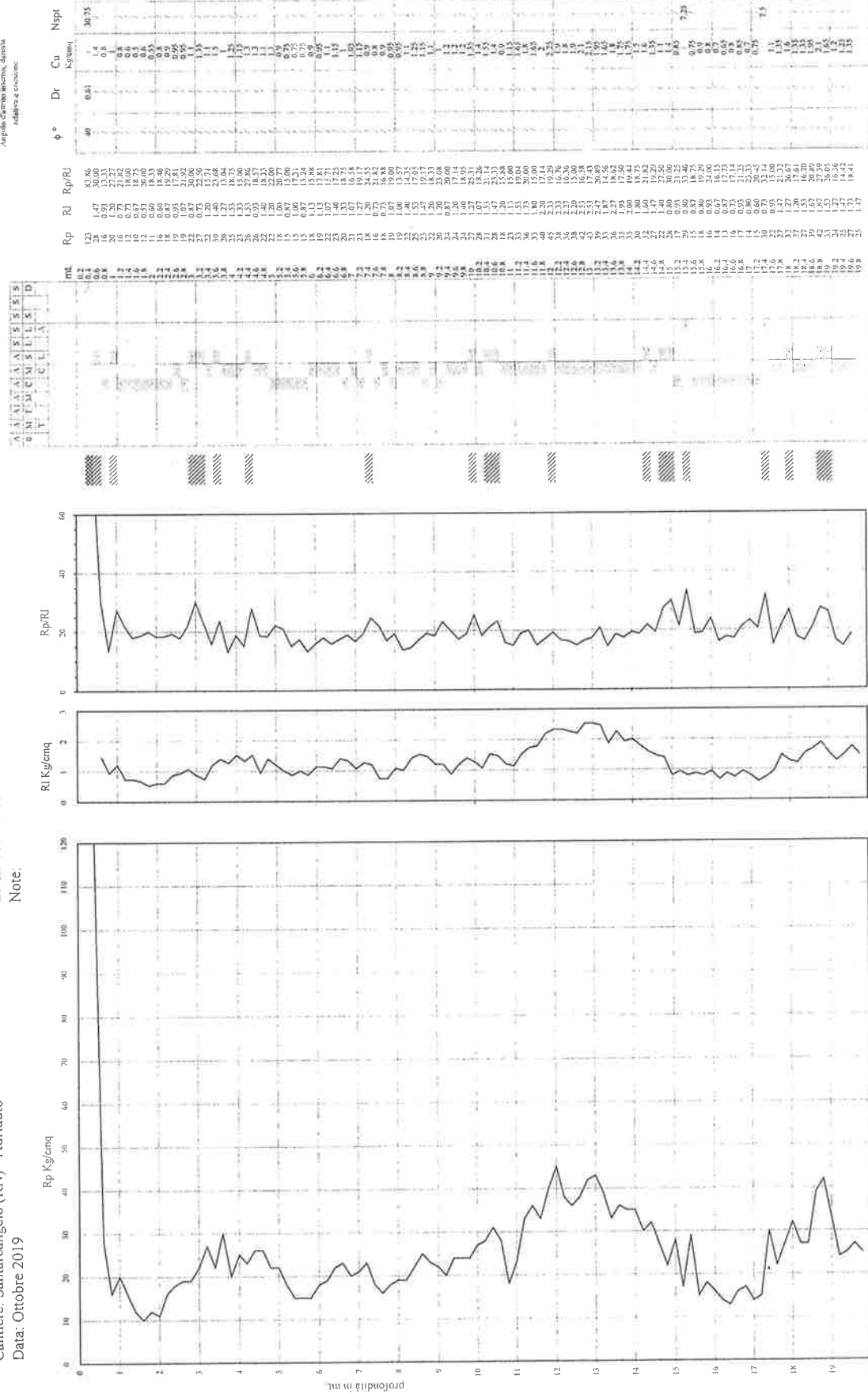
Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1
 Cantiere: Santarcangelo (RN) - Adriaauto
 Data: Ottobre 2019

Quota inizio: piano campagna
 Liv. falda: chiuso
 Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Verifica alla liquefazione
 magnitudo di 6 g
 accelerazione massima al suolo 0.25 g
 (Scod et al. 1985)



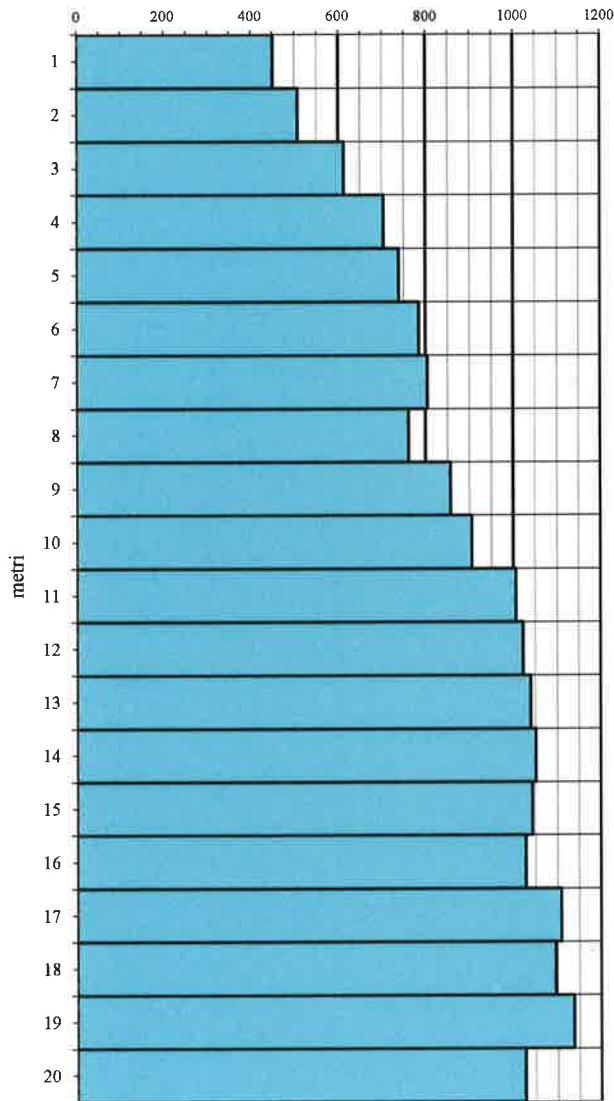
Profondità (m)	Rp (Kg/cmq)	RI (Kg/cmq)	Rp/RI	φ°	Dr	Cu (Kg/cmq)	Nsp1	esigificanti di natura
0.2	123	1.6	83.86	40	0.61	1.4	30.75	2.77
0.4	16	0.97	16.33			0.8		n.l.
0.6	20	1.20	16.67			0.4		n.l.
0.8	12	0.75	16.00			0.4		n.l.
1.0	12	0.75	16.00			0.4		n.l.
1.2	11	0.60	18.33			0.5		n.l.
1.4	18	0.80	22.50			0.9		n.l.
1.6	19	0.95	19.81			0.6		n.l.
1.8	22	0.87	25.29			0.7		n.l.
2.0	30	1.40	21.43			1.5		n.l.
2.2	27	0.75	36.00			1.5		n.l.
2.4	33	1.57	21.02			1.5		n.l.
2.6	26	0.93	28.00			1.3		n.l.
2.8	22	1.40	15.71			1.1		n.l.
3.0	18	1.00	18.00			0.9		n.l.
3.2	15	0.87	17.00			0.75		n.l.
3.4	15	0.87	17.00			0.75		n.l.
3.6	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
3.8	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
4.0	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
4.2	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
4.4	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
4.6	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
4.8	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
5.0	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
5.2	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
5.4	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
5.6	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
5.8	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
6.0	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
6.2	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
6.4	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
6.6	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
6.8	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
7.0	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
7.2	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
7.4	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
7.6	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
7.8	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
8.0	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
8.2	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
8.4	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
8.6	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
8.8	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
9.0	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
9.2	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
9.4	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
9.6	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
9.8	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
10.0	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
10.2	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
10.4	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
10.6	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
10.8	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
11.0	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
11.2	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
11.4	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
11.6	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
11.8	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
12.0	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
12.2	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
12.4	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
12.6	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
12.8	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
13.0	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
13.2	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
13.4	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
13.6	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
13.8	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
14.0	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
14.2	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
14.4	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
14.6	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
14.8	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
15.0	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
15.2	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
15.4	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
15.6	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
15.8	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
16.0	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
16.2	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
16.4	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
16.6	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
16.8	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
17.0	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
17.2	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
17.4	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
17.6	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
17.8	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
18.0	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
18.2	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
18.4	25	1.55	16.13			1.1		n.l.
18.6	22	1.07	20.56			1.1		n.l.
18.8	20	1.30	15.38			1.1		n.l.
19.0	31	1.07	28.97			1.0		n.l.
19.2	16	0.75	21.33			0.8		n.l.
19.4	18	0.75	24.00			0.9		n.l.
19.6	19	1.07	17.76			0.9		n.l.
19.8	27	1.40	19.29			1.1		n.l.
20.0	25	1.55	16.13			1.1		n.l.

Legend:
 argilla
 sabbia limosa argillosa
 sabbia
 AO argilla organica e terreni misti; AM1 argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASI argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
 SSS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

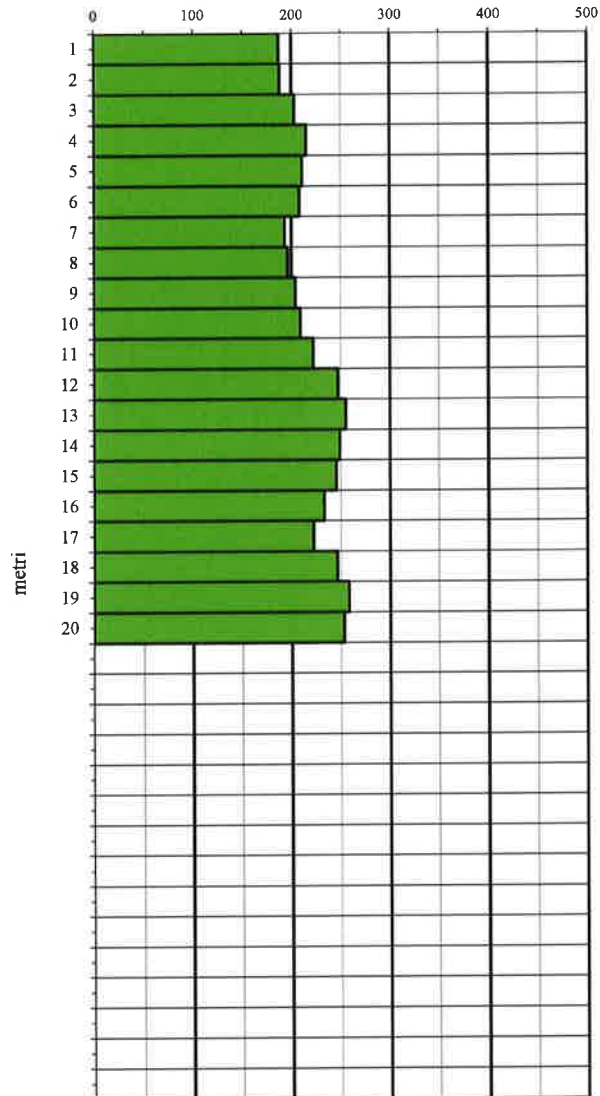
Cantiere: Santarcangelo (RN)-Adriaauto
Data: 10/10/2019
Sismocono n.: 1

INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici
 www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

Velocità onde P (m/sec.) - onde di compressione



Velocità onde S (m/sec.) - onde di taglio



$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30m superiori.

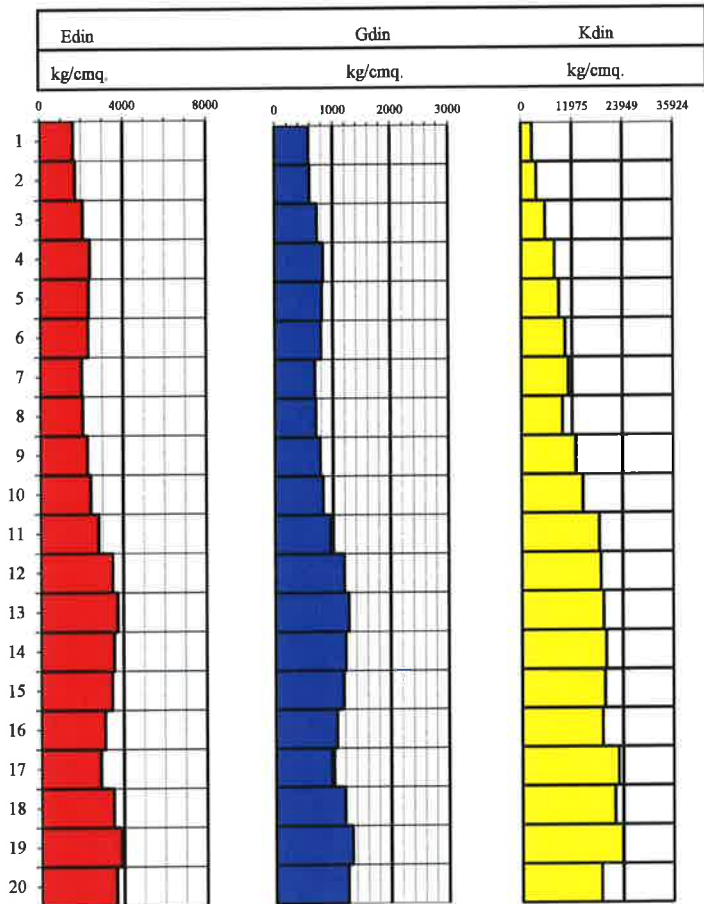
$V_{S20} =$ **220 m/sec.**

Cantiere: Santarcangelo (RN)-Adriaauto
Data: 10/10/2019
Sismocono n.: 1

INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici
 www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

prof.	Vp	Vs	v	y	Edin	Gdin	Kdin
mt.	m./sec.	m./sec.		T/mc.	kg/cmq.	kg/cmq.	kg/cmq.

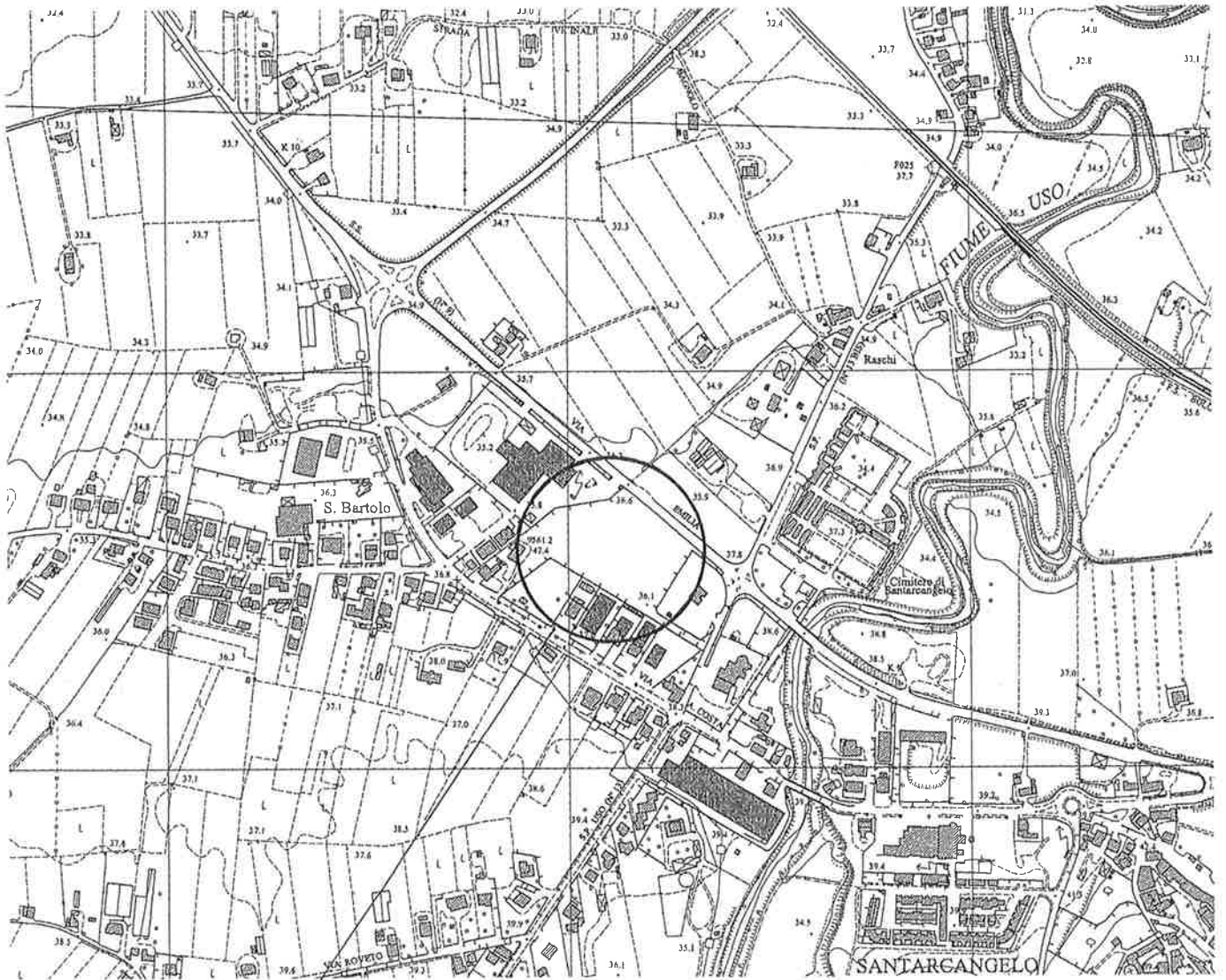
1	451	187	0.40	1.63	1623	581	2606
2	508	188	0.42	1.67	1707	601	3586
3	613	203	0.44	1.73	2089	726	5652
4	704	215	0.45	1.77	2422	836	7850
5	739	211	0.46	1.79	2366	813	8886
6	785	208	0.46	1.81	2336	799	10314
7	804	193	0.47	1.82	2031	691	11070
8	761	196	0.46	1.80	2066	705	9691
9	857	204	0.47	1.84	2297	781	12748
10	905	209	0.47	1.86	2439	829	14433
11	1006	222	0.47	1.90	2813	954	18318
12	1022	247	0.47	1.90	3480	1184	18699
13	1039	255	0.47	1.91	3718	1266	19336
14	1051	249	0.47	1.91	3559	1210	19947
15	1043	245	0.47	1.91	3441	1170	19643
16	1027	233	0.47	1.90	3108	1055	19090
17	1108	222	0.48	1.93	2874	972	22908
18	1095	246	0.47	1.93	3508	1190	21999
19	1137	258	0.47	1.94	3885	1319	23855
20	1026	253	0.47	1.90	3650	1244	18795



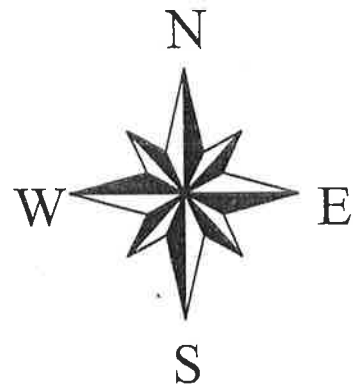
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- prove penetrometriche statiche con punta meccanica e con piezocono -

(da Dr. Geol. F. Battistini – periodo: Ottobre ÷ Dicembre 2019).

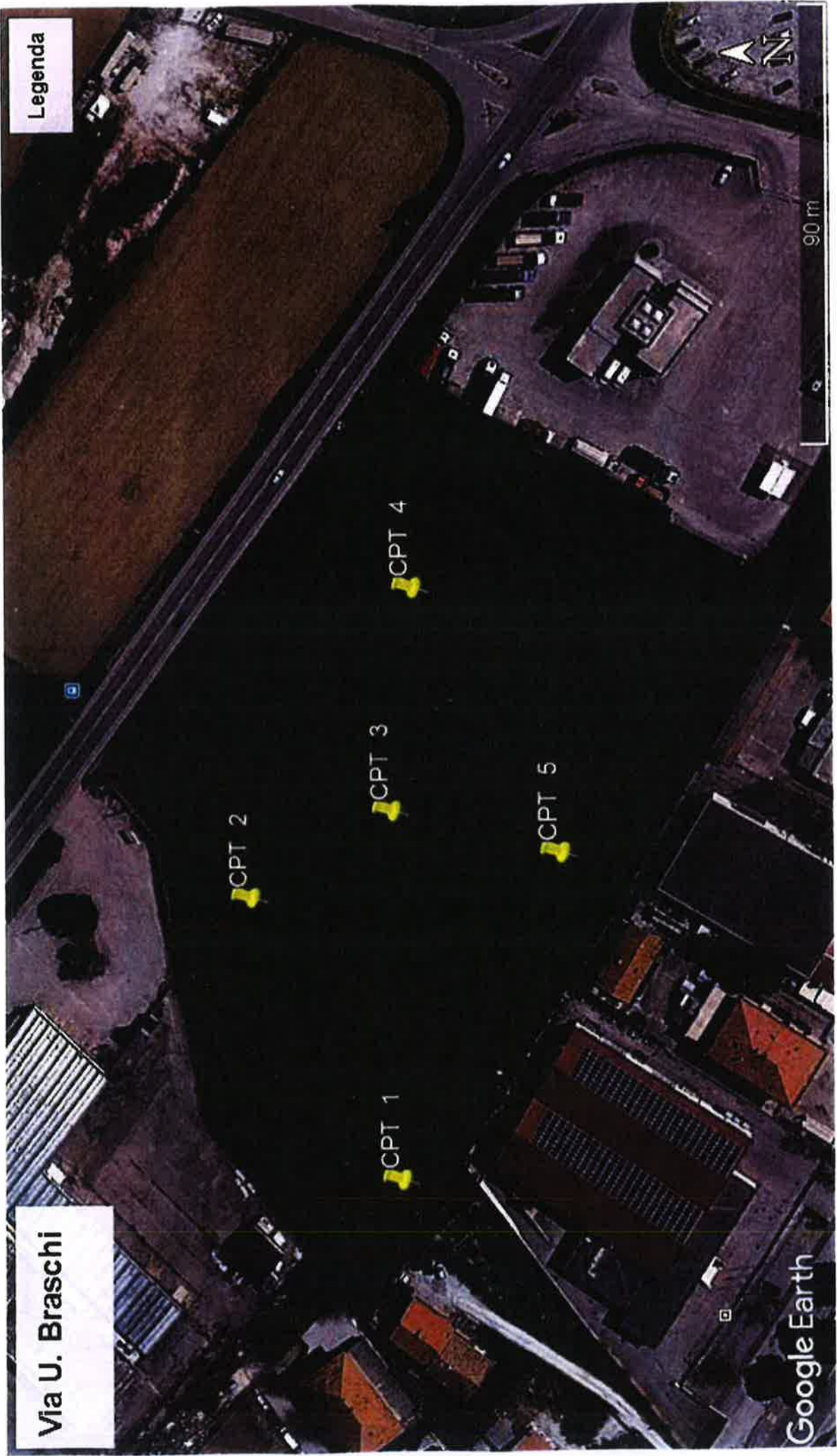
PLANIMETRIA scala 1 : 5.000



Area in esame



Legenda



Via U. Braschi

Google Earth

90 m

Committente: **Spett. ITALPACK S.r.l.**

Cantiere: **Via A. Costa n° 106**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

1

Riferimento:

Data

Dic. 2018

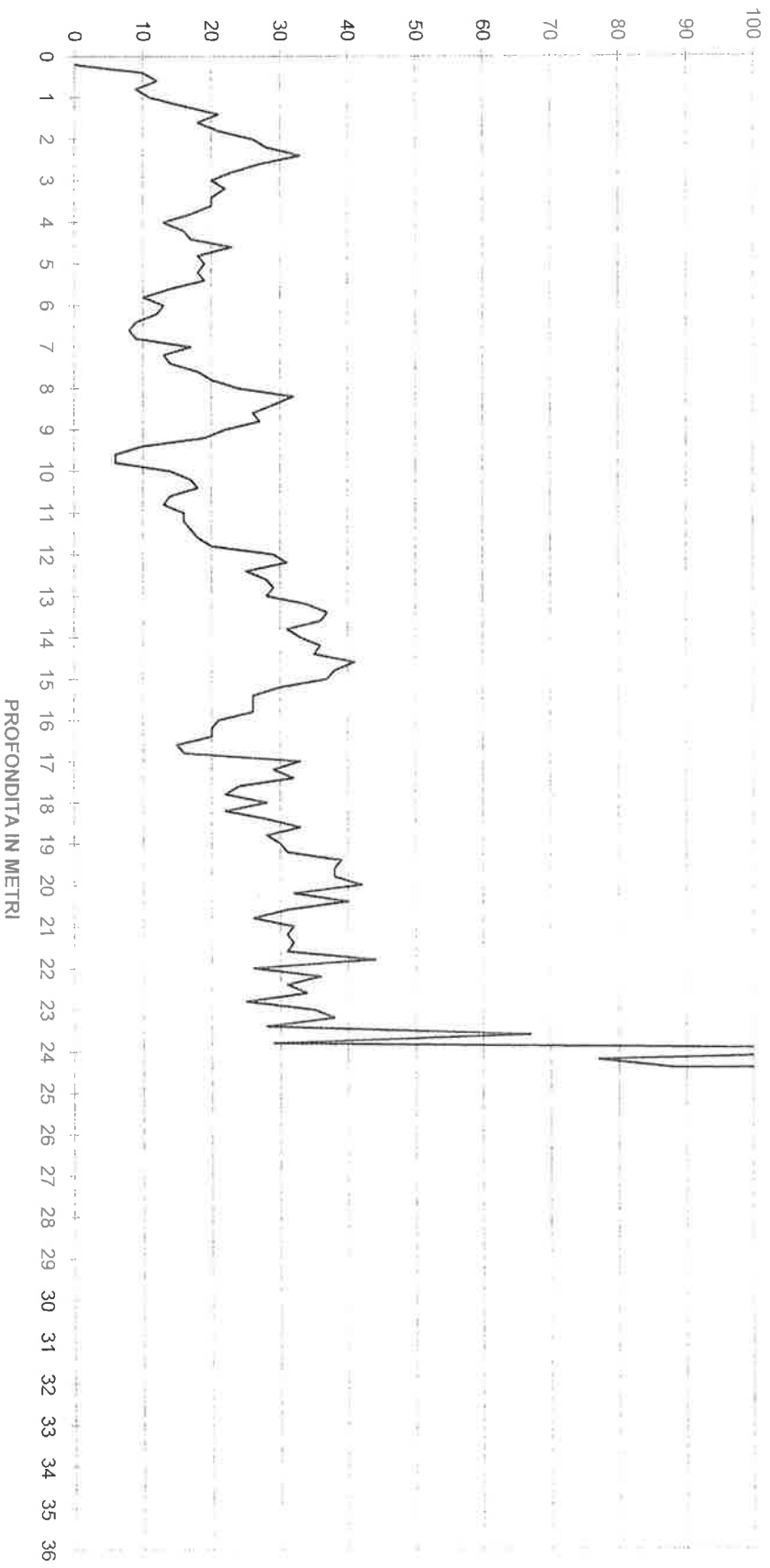
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
				18	30		21	34			
	9	14		9	23		27	43			
	11	20		5	19		32	51			
	8	19		5	19		27	55			
1,0	10	17	10.0	13	27	19.0	29	57	28.0		
	15	23		16	32		30	60			
	20	30		17	32		38	67			
	17	32		13	24		37	81			
	20	36		12	23		37	74			
2.0	25	45	11.0	15	23	20.0	41	69	29.0		
	27	48		15	28		31	67			
	32	62		16	33		39	69			
	26	55		17	34		30	55			
	22	44		19	36		25	47			
3.0	19	40	12.0	28	51	21.0	31	51	30.0		
	21	39		30	55		30	51			
	19	36		24	48		31	53			
	19	35		27	50		30	59			
	16	24		28	53		43	73			
4.0	12	21	13.0	27	55	22.0	25	52	31.0		
	15	22		33	62		35	54			
	16	24		36	64		30	55			
	22	30		35	66		33	57			
	17	30		30	57		24	46			
5.0	18	32	14.0	32	56	23.0	34	56	32.0		
	17	29		35	61		37	63			
	18	32		34	58		27	58			
	13	25		40	59		66	93			
	9	19		37	78		28	57			
6.0	12	22	15.0	36	63	24.0	138	145	33.0		
	11	22		29	51		76	95			
	8	17		25	52		87	150			
	7	13		25	45		260	310			
	8	16		25	45						
7.0	16	23	16.0	20	37	25.0			34.0		
	12	19		19	32						
	13	24		19	32						
	17	26		14	27						
	19	34		15	23						
8.0	23	41	17.0	32	40	26.0			35.0		
	31	47		28	43						
	28	53		31	48						
	25	48		23	51						
	26	46		21	40						
9.0	21	35	18.0	27	36	27.0			36.0		

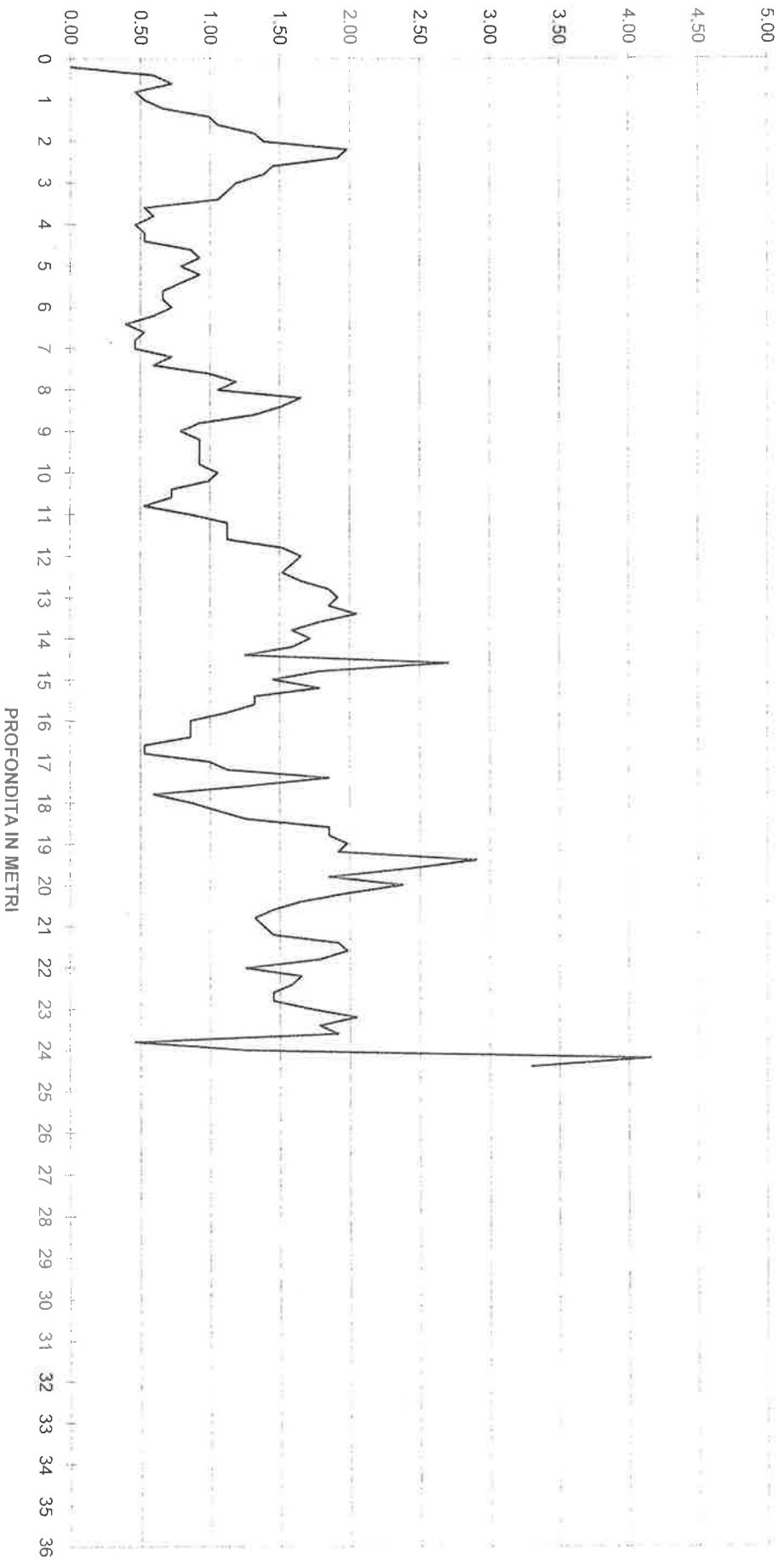
H2O =

MISURA RP (Kg/cmq)



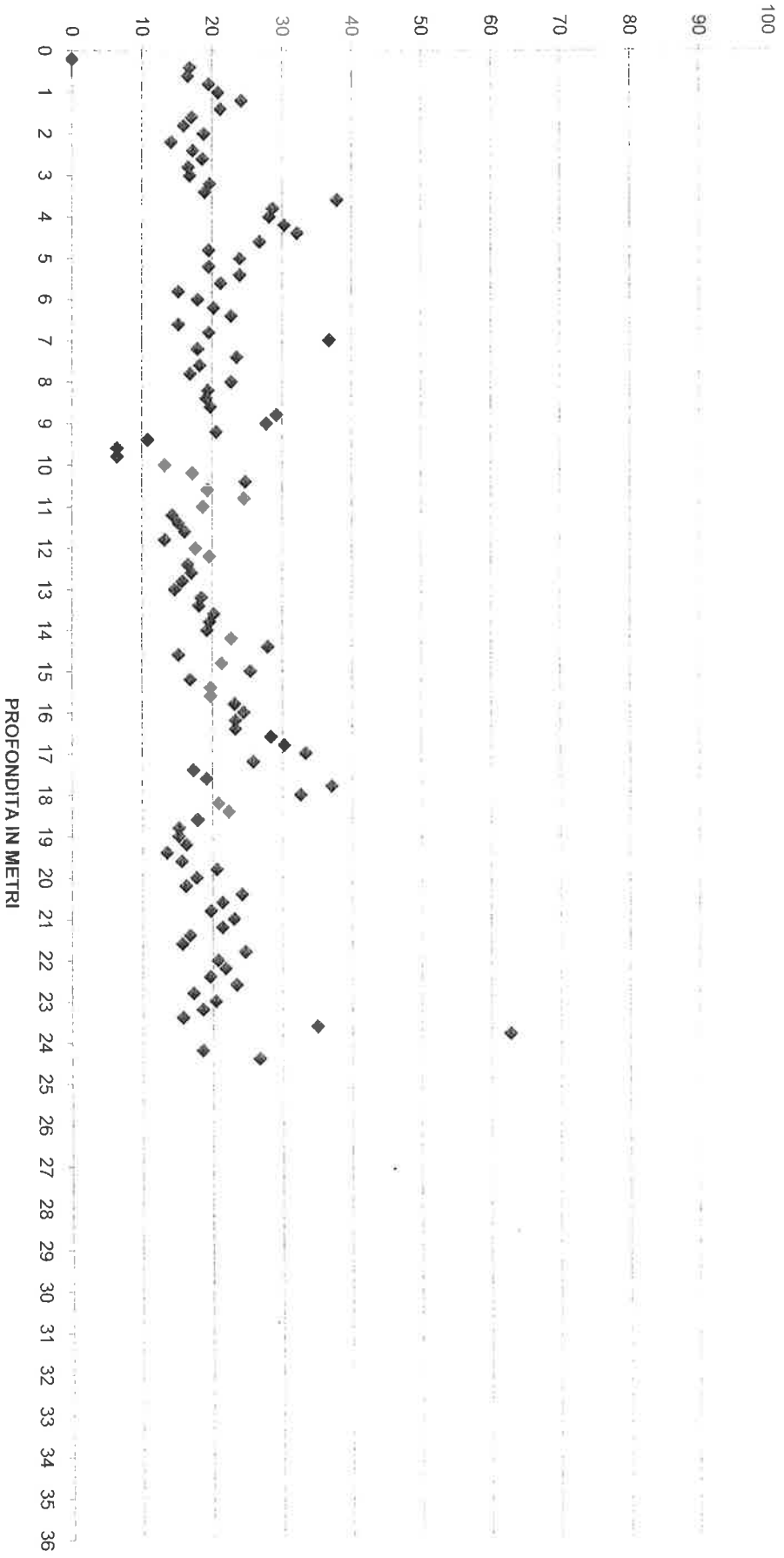
PROFONDITA IN METRI

MISURA RL (Kg/cmq)



PROFONDITA IN METRI

MISURA BEGEMANN (RP/RL)



PROFONDITA IN METRI

Committente: **Spett. ITALPACK S.r.l.**

Cantiere: **Via A. Costa n° 106**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

2

Riferimento:

Data

Dic. 2018

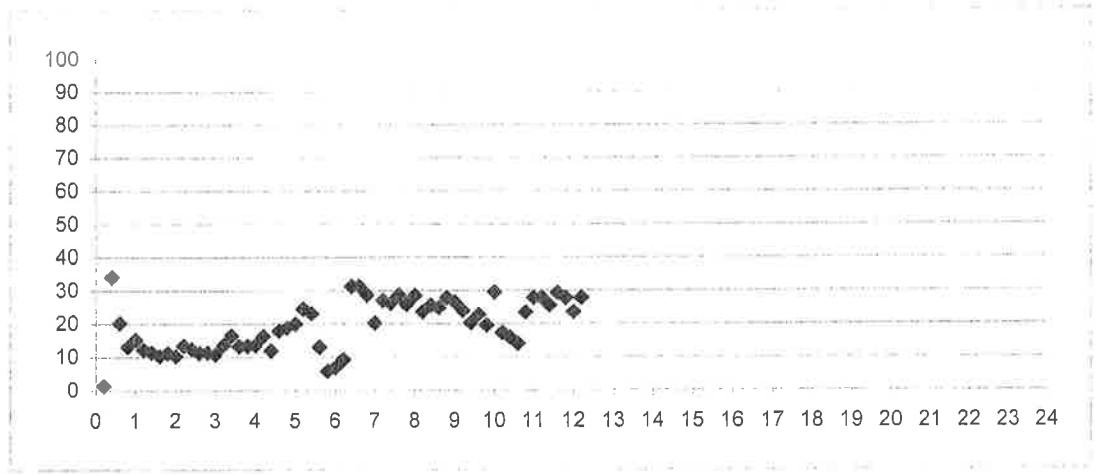
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

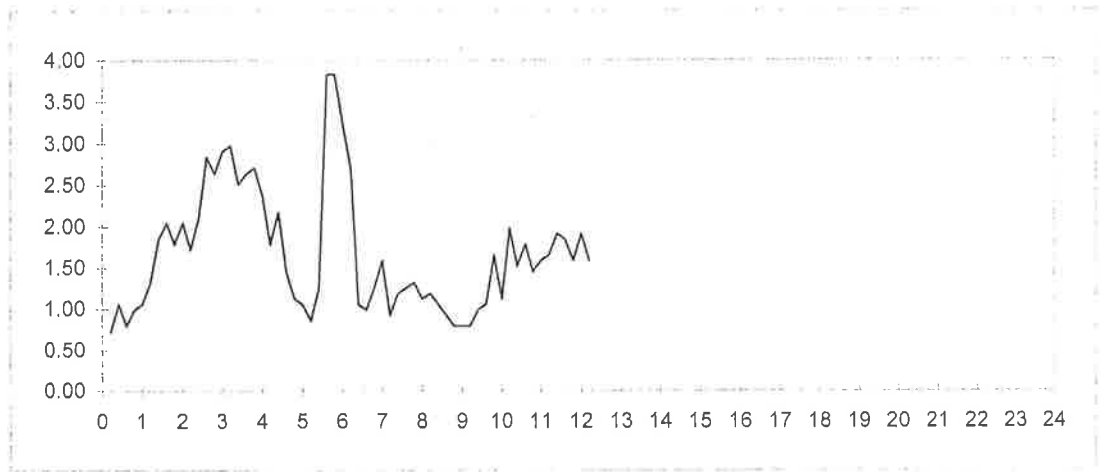
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		24	73		43	72			
	35	46		32	73		40	64			
	15	31		30	46						
	12	24		35	50						
1,0	15	30	7,0	31	50	13,0			19,0		
	15	31		24	48						
	20	40		30	44						
	20	48		35	53						
	19	50		33	52						
2,0	20	47	8,0	31	51	14,0			20,0		
	22	53		27	44						
	25	51		26	44						
	31	63		22	38						
	29	72		21	35						
3,0	30	70	9,0	20	32	15,0			21,0		
	39	83		18	30						
	40	85		19	31						
	34	72		23	38						
	35	75		31	47						
4,0	31	72	10,0	32	57	16,0			22,0		
	28	64		33	50						
	25	52		23	53						
	25	58		24	47						
	20	42		33	60						
5,0	20	37	11,0	43	65	17,0			23,0		
	20	36		45	69						
	28	41		48	73						
	49	68		53	82						
	21	79		43	71						
6,0	21	79	12,0	44	68	18,0			24,0		

H2O =

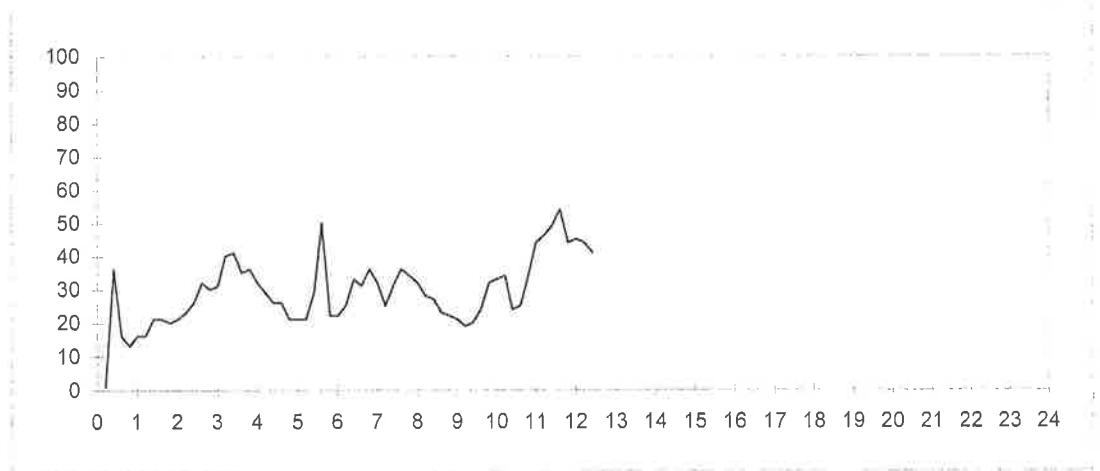
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



Committente: **Spett. ITALPACK S.r.l.**

Cantiere: **Via A. Costa n° 106**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

3

Riferimento:

Data

Dic. 2018

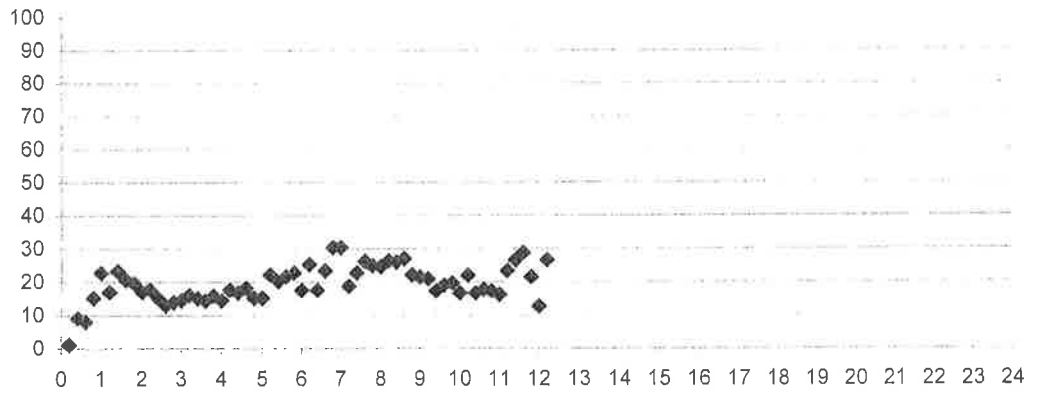
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

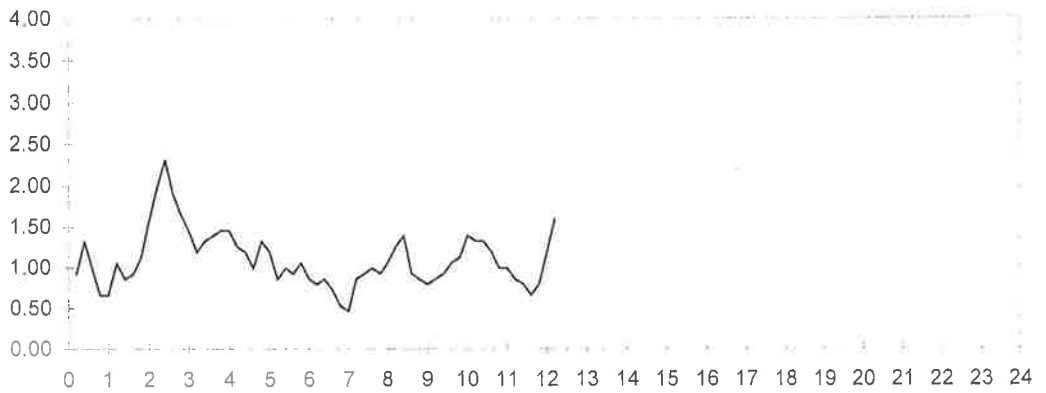
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		19	32		41	59			
	11	25		14	26		21	45			
	7	27		16	29						
	9	24		15	26						
1,0	14	24	7,0	13	21	13,0			19,0		
	17	27		15	22						
	19	35		20	33						
	18	31		25	39						
	21	35		22	37						
2,0	26	43	8,0	25	39	14,0			20,0		
	34	58		32	48						
	34	64		35	54						
	24	59		24	45						
	22	51		18	32						
3,0	20	45	9,0	16	29	15,0			21,0		
	18	40		17	29						
	19	37		15	28						
	19	39		19	33						
	22	43		21	37						
4,0	20	42	10,0	22	39	16,0			22,0		
	21	43		28	49						
	19	38		21	41						
	17	35		20	40						
	19	34		16	34						
5,0	17	37	11,0	15	30	17,0			23,0		
	18	36		19	34						
	19	32		20	33						
	19	34		18	30						
	23	37		16	26						
6,0	14	30	12,0	14	26	18,0			24,0		

H2O =

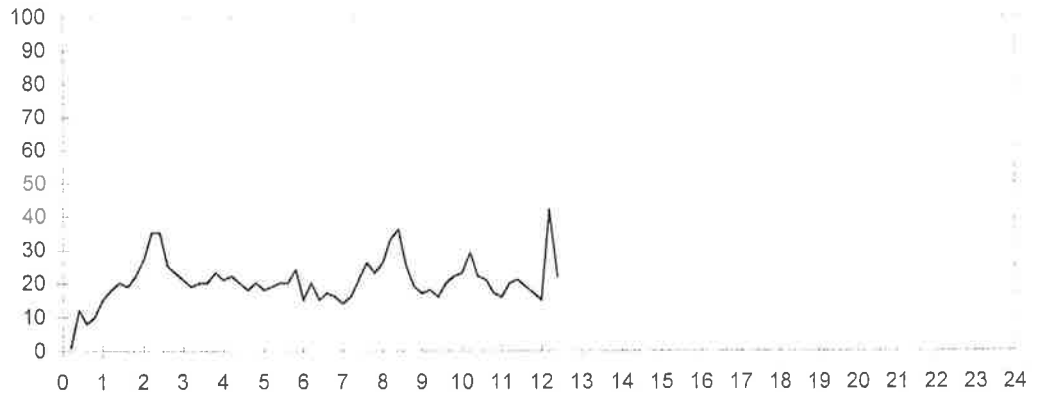
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



Committente: **Spett. ITALPACK S.r.l.**

Cantiere: **Via A. Costa n° 106**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

4

Riferimento:

Data

Dic. 2018

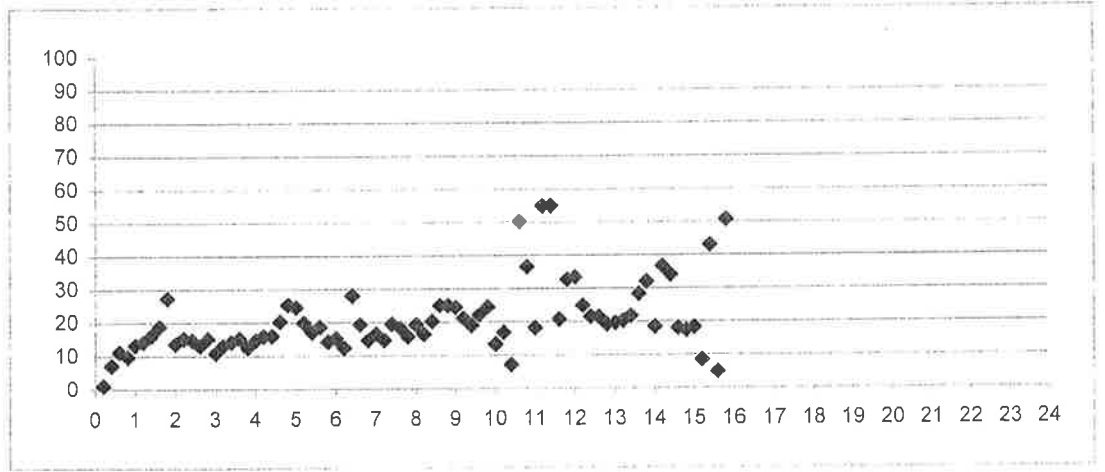
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

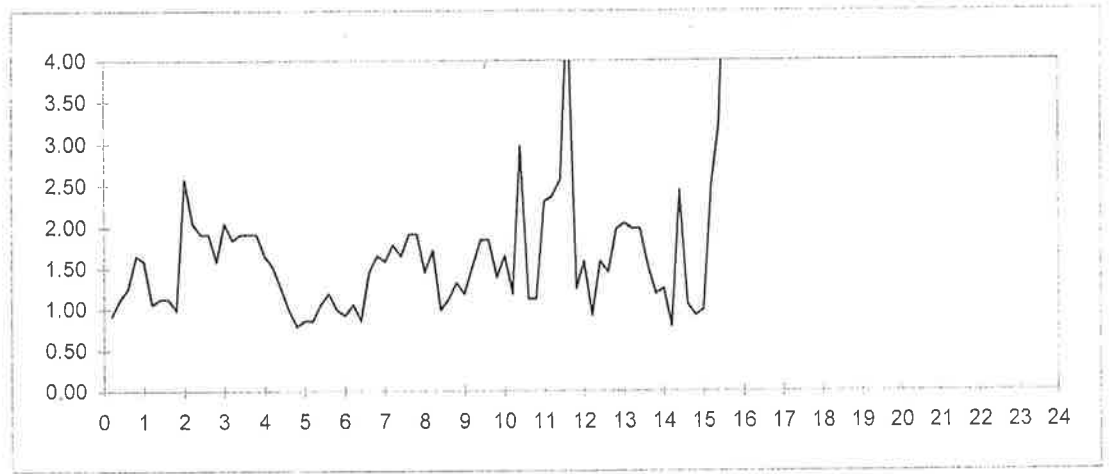
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		12	26		22	46			
	7	21		23	39		33	47			
	13	30		27	40		30	54			
	15	34		23	45		37	59			
1,0	20	45	7,0	25	50	13,0	39	69	19,0		
	14	38		25	49		39	70			
	17	33		31	58		42	72			
	20	37		34	59		42	72			
	26	43		29	58		37	60			
2,0	34	49	8,0	27	56	14,0	22	40	20,0		
	30	69		27	49		28	47			
	27	58		19	45		82	94			
	24	53		27	42		18	55			
	23	52		32	49		15	31			
3,0	21	45	9,0	28	48	15,0	17	31	21,0		
	23	54		31	49		20	35			
	26	54		34	57		138	176			
	28	57		40	68		27	76			
	23	52		33	61		300	390			
4,0	23	52	10,0	21	42	16,0	330	420	22,0		
	23	48		19	44						
	19	42		20	38						
	19	38		55	100						
	19	34		40	57						
5,0	20	32	11,0	41	58	17,0			23,0		
	16	29		129	164						
	17	30		140	176						
	21	37		96	135						
	13	31		40	111						
6,0	13	28	12,0	52	71	18,0			24,0		

H2O =

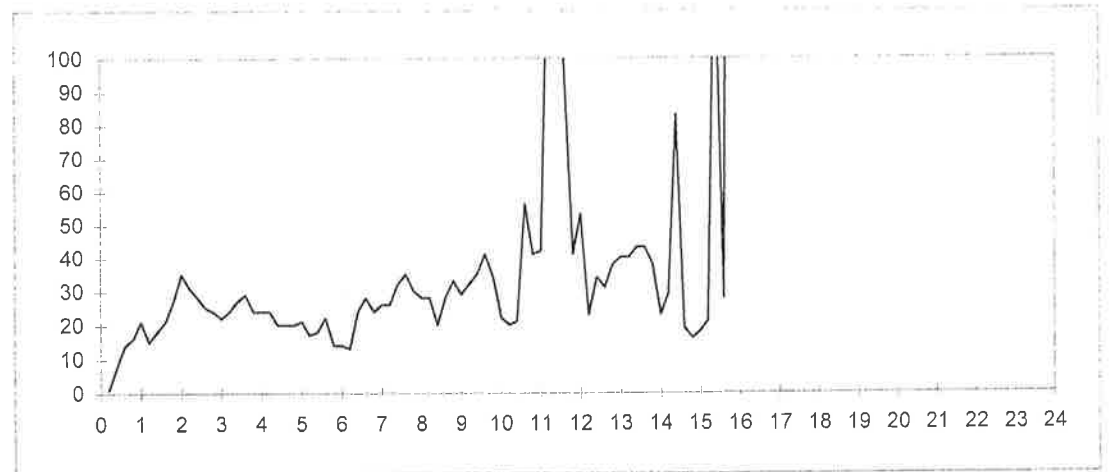
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)



MISURA RP (Kg/cmq)



Committente: **Spett. ITALPACK S.r.l.**

Cantiere: **Via A. Costa n° 106**

Località: **SANTARCANGELO**

Prova C.P.T. n°

5

Riferimento:

Data

Dic. 2018

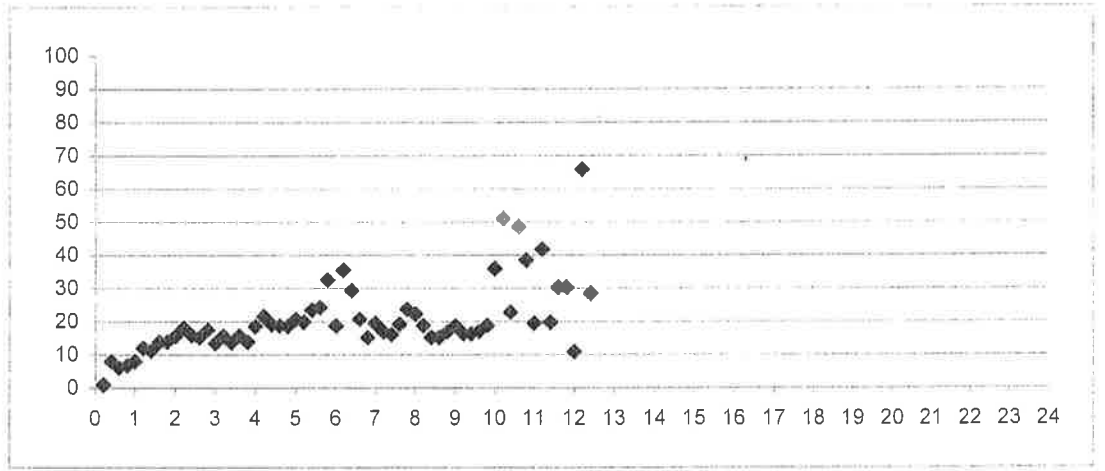
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Note:

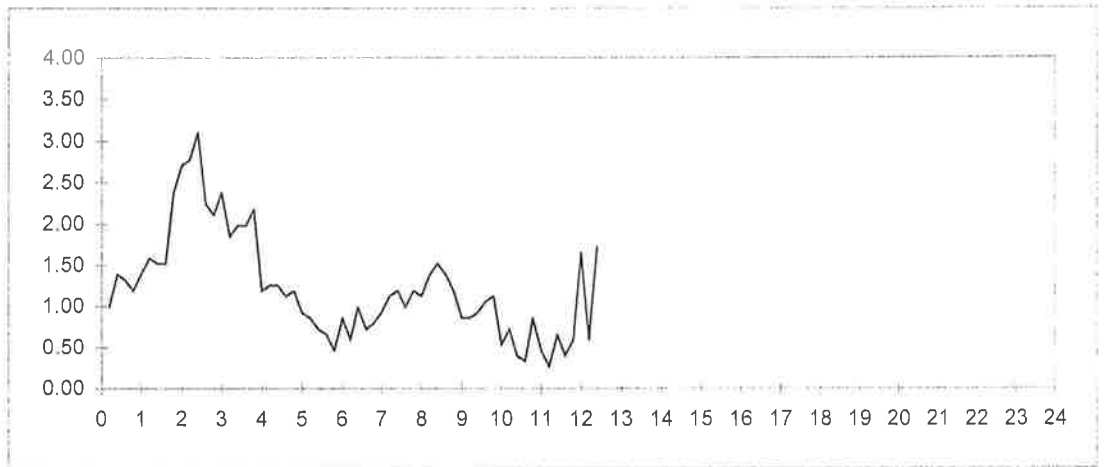
	Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl		Rp	Rl
	0	0		20	33		38	63			
	10	25		28	37		48	57			
	7	28		14	29		20	46			
1,0	7	27		11	22						
	10	28	7,0	17	29	13,0			19,0		
	18	39		18	32						
	16	40		18	35						
	20	43		18	36						
	32	55		27	42						
2,0	41	77	8,0	24	42	14,0			20,0		
	49	90		25	42						
	48	90		22	43						
	33	80		20	43						
	36	70		19	40						
3,0	31	63	9,0	15	33	15,0			21,0		
	28	64		13	26						
	26	54		14	27						
	30	60		17	31						
	29	59		20	36						
4,0	21	54	10,0	18	35	16,0			22,0		
	26	44		36	44						
	23	42		8	19						
	20	39		15	21						
	21	38		32	37						
5,0	18	36	11,0	8	21	17,0			23,0		
	16	30		10	17						
	16	29		12	16						
	15	26		11	21						
	14	24		17	23						
6,0	15	22	12,0	17	26	18,0			24,0		

H2O =

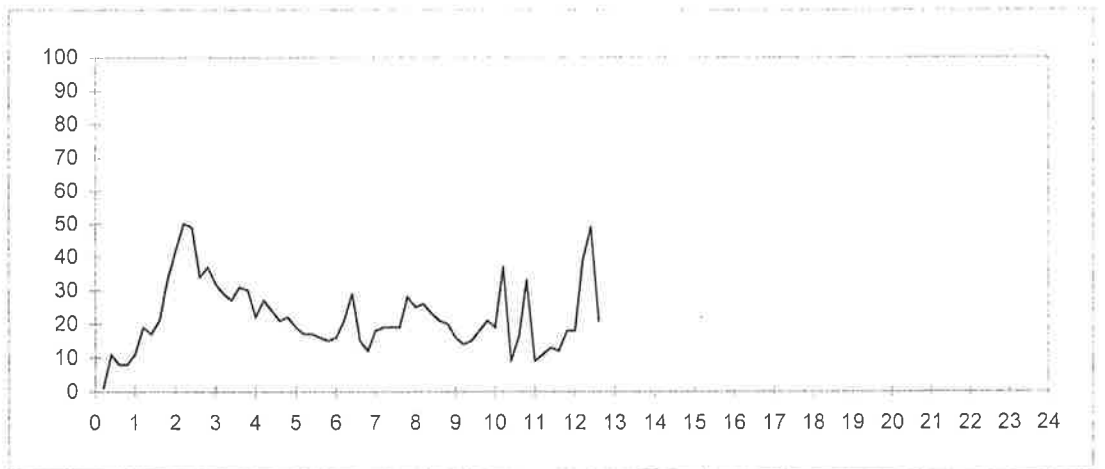
MISURA BEGEMAN (RP/RL)



MISURA RL (Kg/cmq)

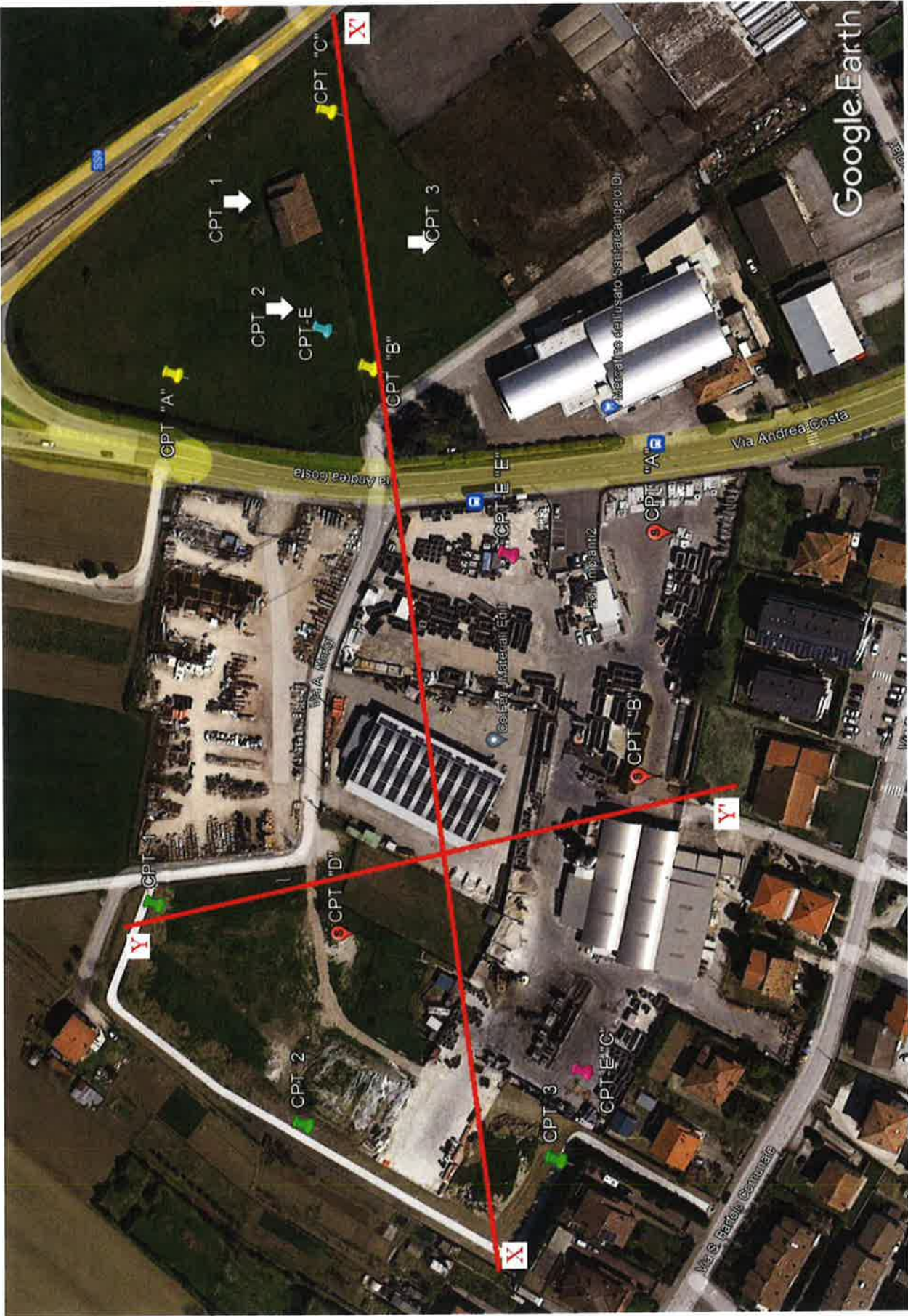


MISURA RP (Kg/cmq)

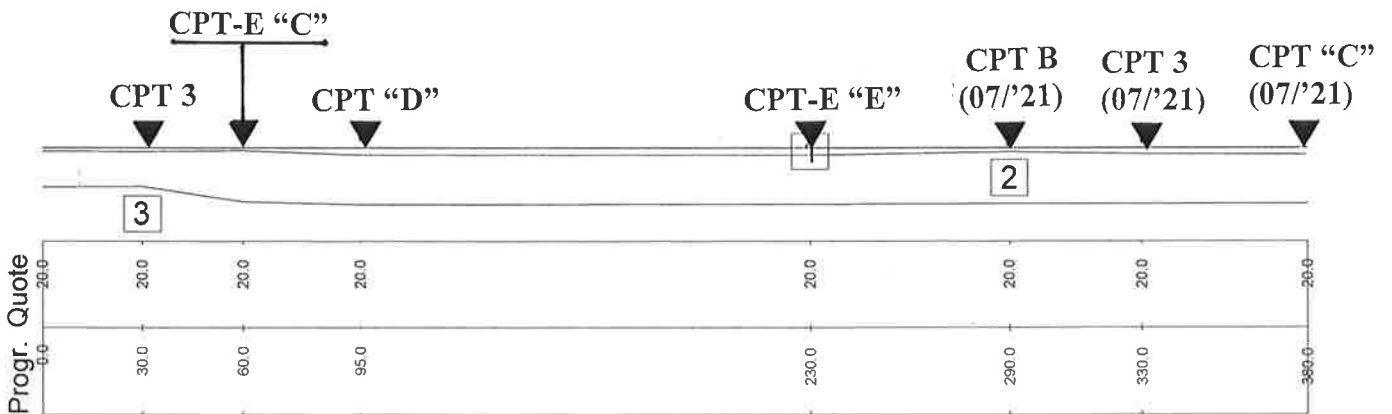


SEZIONI STRATIGRAFICHE

(X - X'; Y - Y').

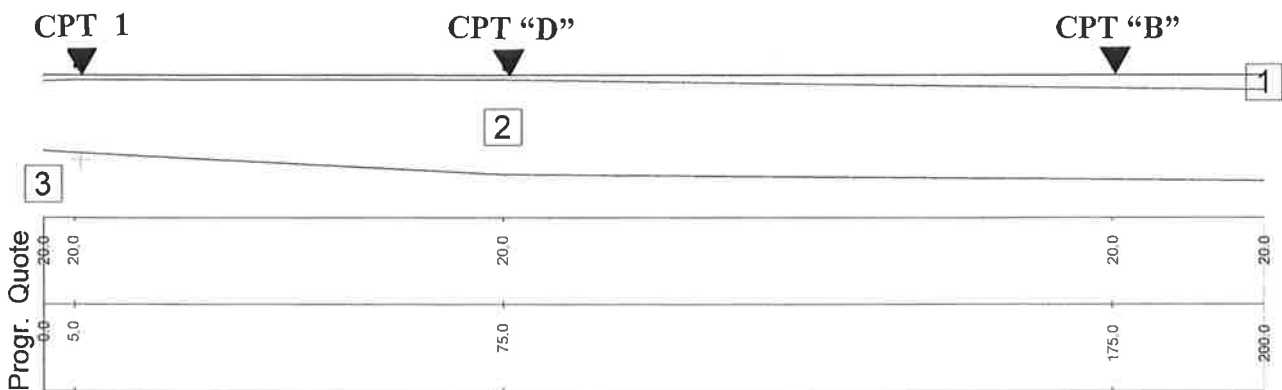


Litotipo 1:	ϕ [°] = 16	c [kN/m ²] = 0	γ [kN/m ³] = 19
Litotipo 2:	ϕ [°] = 21	c [kN/m ²] = 8.3	γ [kN/m ³] = 19.5
Litotipo 3:	ϕ [°] = 34	c [kN/m ²] = 0	γ [kN/m ³] = 19



Spett. EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.
P.U.A - APC.N.2.3.(b) - SANTARCANGELO
Sezione Y - Y'.
scala 1:1200

Litotipo 1:	ϕ [°] = 16	c [kN/m ²] = 0	γ [kN/m ³] = 19
Litotipo 2:	ϕ [°] = 21	c [kN/m ²] = 8,3	γ [kN/m ³] = 19,5
Litotipo 3:	ϕ [°] = 34	c [kN/m ²] = 0	γ [kN/m ³] = 19



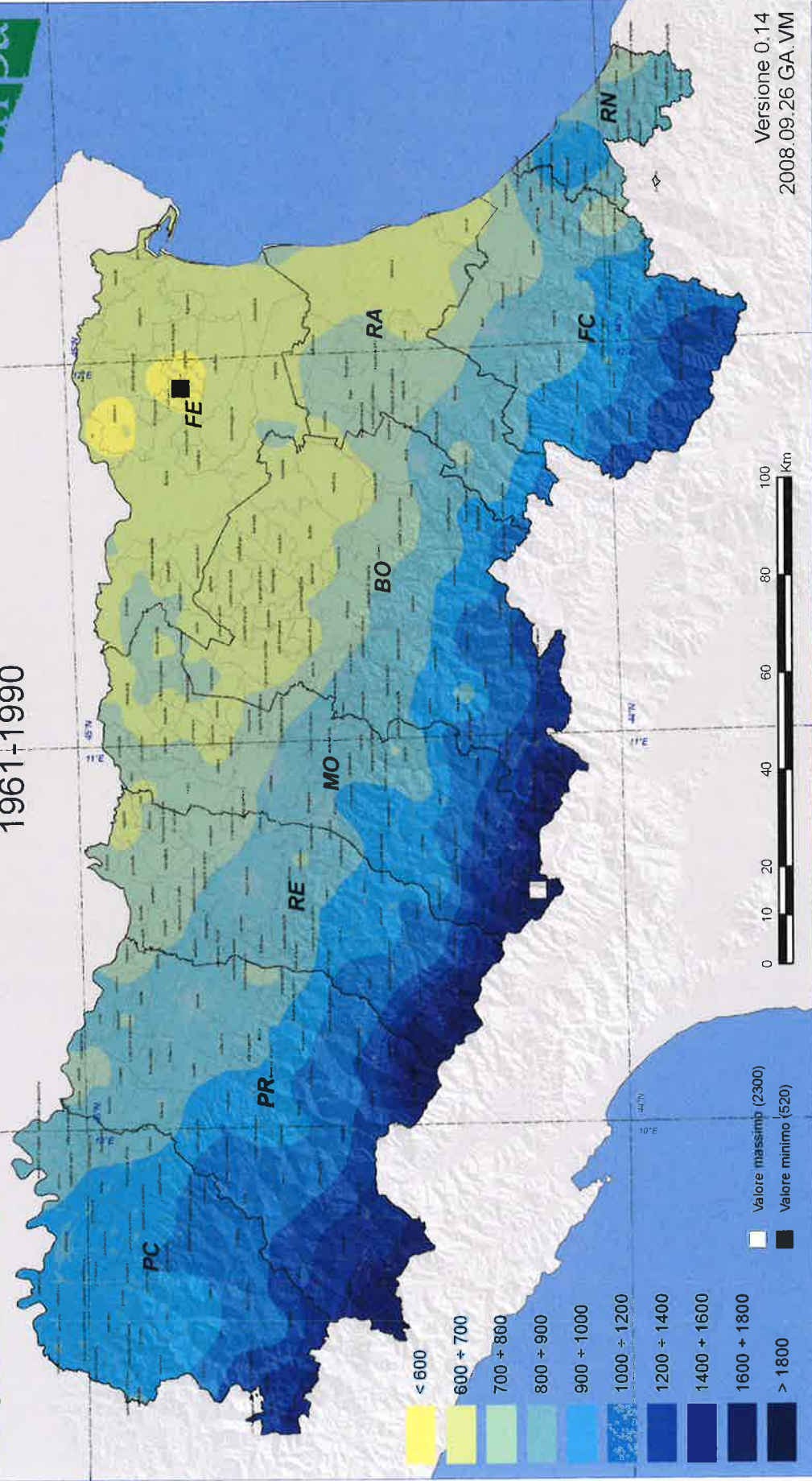
da **ATLANTE CLIMATICO DELL'EMILIA - ROMAGNA**
- 1961 ÷ 2015 -

(ARPAE – Regione E. Romagna – Edizione 2017).

Codice ISTAT	Nome	Provincia	Superficie (km2)	Precipitazione annua 1961-90 (mm)	Precipitazione annua 1991-06 (mm)	Differenza media precipitazione annua 1991-06 vs 1961-90 (mm)
--------------	------	-----------	------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---

99001	BELLARIA	RN	18.0	894	770	-124
99002	CATTOLICA	RN	6.1	740	736	-4
99003	CORIANO	RN	46.8	867	781	-86
99004	GEMMANO	RN	19.2	867	792	-74
99005	MISANO	RN	22.4	780	752	-28
99006	MONDAINO	RN	16.0	835	813	-22
99007	MONTE COLOMBO	RN	11.9	865	788	-78
99009	MONTE GRIDOLFO	RN	5.6	832	809	-23
99008	MONTEFIORE CONCA	RN	22.5	839	803	-36
99010	MONTESCUDO	RN	20.0	871	792	-79
99011	MORCIANO DI ROMAGNA	RN	5.5	821	795	-26
99012	POGGIO BERNI	RN	11.8	902	795	-106
99013	RICCIONE	RN	17.5	806	741	-65
99014	RIMINI	RN	134.9	902	773	-129
99016	S.CLEMENTE	RN	20.8	838	783	-55
99017	S.GIOVANNI IN MARIGNAN	RN	19.5	772	754	-17
99015	SALUDECIO	RN	32.5	827	804	-22
99018	SANTARCANGELO	RN	45.2	924	791	-133
99019	TORRIANA	RN	22.6	830	813	-18
99020	VERUCCHIO	RN	26.8	891	803	-88

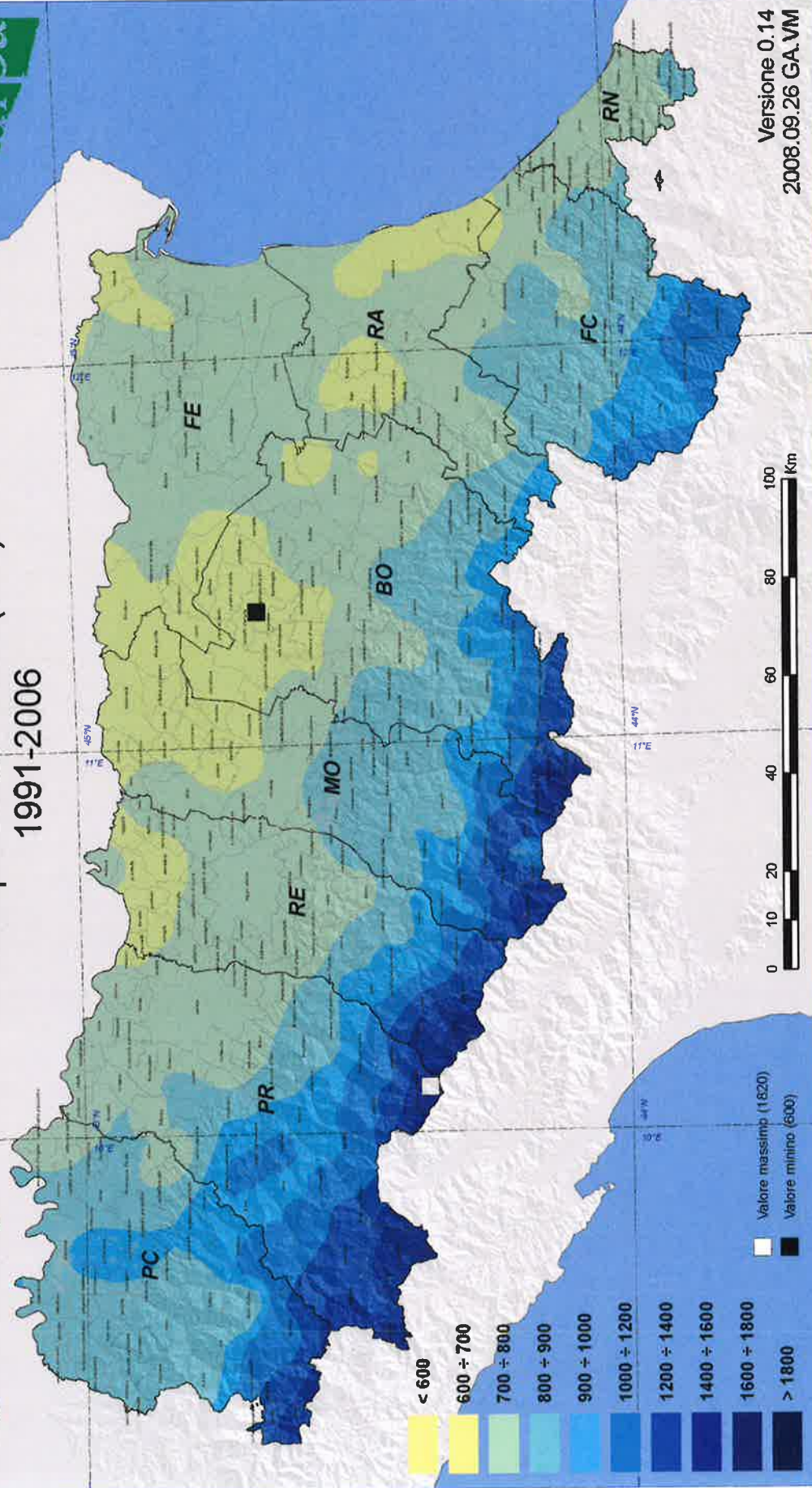
Precipitazione annua (mm) 1961-1990



- < 600
- 600 + 700
- 700 + 800
- 800 + 900
- 900 + 1000
- 1000 + 1200
- 1200 + 1400
- 1400 + 1600
- 1600 + 1800
- > 1800

Valore massimo (2300)
Valore minimo (520)

Precipitazione annua (mm) 1991-2006



Variatione della precipitazione annua (mm) 1991-2006 rispetto a 1961-1990

