

COMUNE DI FERRARA
 VIA COMACCHIO - COCOMARO DI CONA
 PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA
 "LE TRE CORTI"
 AREA DI NUOVA LOTTIZZAZIONE - ZONA C8



PROGETTO
GAMBALE IMMOBILIARE s.r.l.

Stampa di Gambaletti s.r.l. - Via S. Maria 5/A - 44100 Ferrara



PROGETTO E LAVORI DI MOBILITAZIONE

Studio Architettonico Urbanistico
arch. Michele Pastore

Via Comacchio 4/B - 44100 FERRARA
 Tel. 0532/740943 - Fax 0532/740944
 e-mail: m.pastore@gambaletti.it

COLLABORATORI

ING. LIDIA SPANO
ING. MASSIMO PASTORE

ING. LUCA PIRELLI INGEGNERE
 Via S. Maria 5 - 44100 Ferrara
 Tel. +39 0532 740943
 e-mail: l.pirelli@gambaletti.it

PROGETTO SPECIALISTICO

EDILGEO
geologia sostenibile
 Studio Tecnico Geologico
dr. geol. Marilena Martinucci

Via Pontegradella 11
 44100 FERRARA
 Tel. e Fax 0532/740943
 e-mail: edilgeo.fe@email.it
 marilena.martinucci@email.it

CITTA' Ferrara

27 FEB 2012

**RELAZIONE GEOLOGICA CON
 INDICAZIONI GEOTECNICHE**

COMUNE DI FERRARA
 SERVIZIO TECNICO
 SERVIZIO URBANISTICO E TERRITORIALE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE

COMUNE DI FERRARA
 SERVIZIO TECNICO
 SERVIZIO URBANISTICO E TERRITORIALE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE
 SERVIZIO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE

DATA GENNAIO 2012

SCALE

PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE

ALLEGATO

COMUNE DI FERRARA
Località COCOMARO di CONA

PIANO PARTICOLAREGGIATO C8 “FONDO GOLENA”

RELAZIONE GEOLOGICA
CON INDICAZIONI GEOTECNICHE



Committente: GAMBALE IMMOBILIARE S.R.L.
MIRABELLO – FERRARA

Data: Ferrara, novembre 2011

rif. rel. 11-2011

EDILGEO geologia sostenibile
Studio Tecnico Geologico
dr.geol.Marilena Martinucci
via Pontegradella 11- 44100 Ferrara tel 0532 740943 fax
e.mail: edilgeo.fe@email.it marilena.martinucci@email.it

**PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA
LOCALITA' COCOMARO DI CONA – FERRARA**

**RELAZIONE GEOLOGICA
CON INDICAZIONI GEOTECNICHE**

INDICE

1. PREMESSA
2. MODELLO GEOLOGICO
 - 2.1. RICOSTRUZIONE STORICA DELL'USO DEL SUOLO
 - 2.2. COSTRUZIONE ED EVOLUZIONE DEL TERRITORIO
 - 2.3. INDAGINE GEOGNOSTICA
 - 2.3.1. GENERALITA' SULL'AREA E METODOLOGIA D'INDAGINE
 - 2.3.2. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA
 - 2.4. PERICOLOSITA' ALL'AZIONE SISMICA
 - 2.5. IDROGEOLOGIA DEL SITO
 - 2.5.1. SICUREZZA IDRAULICA
 - 2.5.2. SICUREZZA DELLA SPONDA DEL VOLANO
 - 2.5.3. SICUREZZA DA ALLUVIONAMENTO
 - 2.5.4. INVARIANZA IDRAULICA
3. VINCOLI PAESAGGISTICI
4. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO
 - 4.1. PRIME INDICAZIONI PER LA EDIFICAZIONE
 - 4.1.1. SICUREZZA AL RISCHIO SISMICO
 - 4.1.2. VERIFICA DI STABILITA' AI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE
 - 4.1.3. VERIFICA GEOTECNICA PRELIMINARE
 - 4.2. STRADE E PIAZZALI
 - 4.3. TERRE DA SCAVO

1. PREMESSA

Per incarico della ditta Gambale Immobiliare di Mirabello di Ferrara si redige la presente Relazione geologica per il Piano Particolareggiato riguardante un'area denominata Fondo Golena, nel comune di Ferrara in località Cocomaro di Cona, denominato "Le tre corti".

Il Piano prevede:

la realizzazione di involucri edilizi avanzati tramite l'impiego di componenti e materiali specifici che consentano elevati livelli di isolamento termico e di inerzia termica, al fine di ridurre drasticamente i fabbisogni per la climatizzazione estiva ed invernale;

l'installazione di impianti tecnologici ad alta efficienza per il riscaldamento ed il raffrescamento, onde contenere i consumi energetici;

l'impiego di pannelli fotovoltaici e di collettori eliotermici integrati nelle coperture degli edifici, per il parziale soddisfacimento autonomo dei consumi elettrici e di acqua calda ad uso sanitario;

l'utilizzo di sistemi per il controllo della radiazione solare per l'incremento del daylighting negli ambienti confinati e la limitazione del surriscaldamento estivo;

la realizzazione di sistemi per il recupero ed il riciclaggio delle acque grigie e meteoriche, in abbinamento a reti duali nei fabbricati, per la riduzione del consumo della risorsa idrica;

l'impianto mirato di alberi e di vegetazione sia del tipo caducifolia per il controllo del microclima locale che di sempreverdi, che con valenze paesaggistiche;

la creazione di percorsi ciclopeditoni, in un contesto di rilevante valenza ambientale;

Conosciute le caratteristiche geologiche del sito, si è cercato di analizzare la sostenibilità ambientale del Progetto rispetto al luogo e al contesto ambientale, già eseguita in un precedente studio per la Variante al PRG, rispetto alla sostenibilità del progetto in sé e in rapporto ai luoghi, approfondendo in seguito alcuni punti più problematici quali i rapporti con il Sistema Volano, il rischio idraulico e il rischio sismico, la salvaguardia delle acque di falda, la sicurezza della sponda del Volano, le verifiche geotecniche preliminari.

Il progetto quindi è stato messo a punto tenendo conto, dal punto di vista ambientale:

- degli obiettivi di sostenibilità del nuovo PSC;
- della coerenza con il Piano d'Azione di Agenda 21;
- delle caratteristiche peculiari del sito riconosciute come risorse;
- della sostenibilità del progetto nel contesto ambientale

sempre nel rispetto delle norme vigenti in materia.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1. *Costruzione ed evoluzione del territorio*

L'area, denominata Fondo Golena, costituisce la golena storica del Volano il cui argine è costituito dal rilevato su cui è insediata la strada storica, ora strada provinciale n.1 di Comacchio.

L'evoluzione del territorio di Ferrara è legata essenzialmente alla evoluzione del sistema fluviale del fiume Po.

Già nell'età del Bronzo (X sec.A.C.) il fiume Po scendendo fino a Ferrara si divideva in prossimità dell'attuale abitato di Codrea in 2 rami: il ramo nord che proseguiva per l'attuale territorio copparese, e il ramo sud che si dirigeva verso l'attuale territorio di Ostellato.

Durante il periodo etrusco (VI - IV secolo a.C.) e romano (III a.C. - V d.C.) ,si identificò un nuovo ramo intermedio, denominato Olana,corrispondente al Volano che mantenne una certa importanza fino alla rotta del 1152 quando il corso del Po in località Ficarolo si trovò un nuovo alveo sdoppiandosi dal Po di Volano e via via questo nuovo corso assunse sempre maggiore importanza denominandosi Po Grande.

Il Volano subì alterne vicende e si interrì gradualmente anche a causa degli apporti dei fiumi appenninici, del Panaro immesso in Po a Bondeno nel 1526 e delle varie vicende del Reno con l'immissione nel Po nei pressi di Porotto nel 1524. Queste vicende portarono anche al susseguirsi di rovinose rotte e allagamenti sia del Volano che del Primaro.

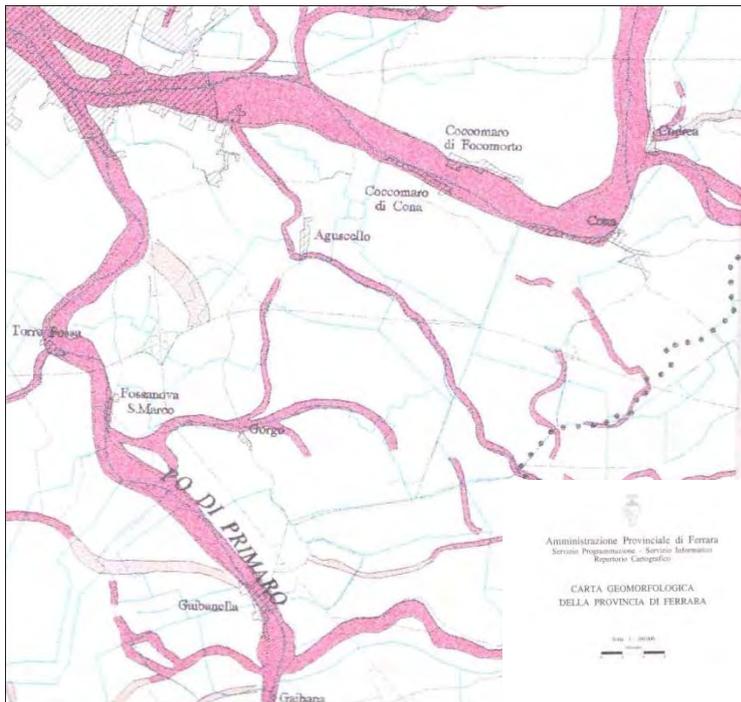
A questi problemi si aggiunsero nel 1614 quelli collegati con l'interrimento delle foci a causa del Taglio di Porto Viro, ad opera dei Veneziani, che modificò lo sbocco in mare del Po Grande.

A partire dal 1638, con la definitiva chiusura del cavedone presso Bondeno, il Po di Ferrara cessa di essere un ramo del delta, si riduce a semplice collettore delle acque di scolo e viene denominato Poatello.

Il Volano, da Ferrara al mare, diviene anch'esso collettore delle acque di scolo dei territori circostanti, ma assume anche il ruolo di canale di navigazione con la costruzione dei primi sostegni e conche di navigazione a Cona, Valpagliaro e Tieni nel 1675, a Marozzo nel 1709 e Migliarino nel 1755.

In seguito vennero eseguiti interventi sistematici di adeguamento poichè le importanti opere di bonifica estensiva richiedevano una sempre maggiore efficienza idraulica del Volano, e anche per una maggiore efficienza ai fini della navigazione interna.

Agli inizi del 1900 a circa 2 Km da Ferrara, a monte del punto in esame, è stato scavato un drizzagno che taglia l'ampio meandro di Cona e raggiunge l'abitato di Baura. Il tratto parallelo all'area in esame risulta quindi essere attualmente un ramo secondario, utilizzato pur sempre per le opere della Bonifica.



Stralcio della Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara con evidenziati i principali paleoalvei

Il territorio considerato è formato dalle alluvioni del Po di Volano, attualmente canalizzato.

I processi che hanno contribuito alla costruzione e al modellamento del territorio sono quindi i processi fluviali, cui si sono sovrapposti e alternati in epoca storica i processi della bonifica e i processi antropici.

I corsi d'acqua fra cui il Volano hanno portato grandi quantità di sedimenti, depositando i più grossolani in corrispondenza dell'alveo e via via i più fini in distanza, verso quello che è ora il centro del bacino. Fino in epoca storica i fiumi avevano argini naturali che venivano normalmente sormontati dalle acque di piena che dilagavano poi nelle aree interfluviali.

Gli antichi corsi fluviali costituiti da sedimenti più grossolani si evidenziarono morfologicamente rispetto alle aree circostanti dove sedimentavano limi e argille in ambiente paludoso e acquitrinoso, invaso quasi costantemente dalle acque.

Il diverso grado di addensamento dei terreni nel tempo accentuò questa caratteristica morfologica e rimasero evidenti topograficamente i dossi allungati dei Paleoalvei e fra questi il paleoalveo del Volano.

In epoca storica la costruzione degli argini, l'avvento della Bonifica meccanica che nell'ultimo secolo ha modificato totalmente il territorio, e la regimazione idraulica della rete idrografica minore ha irrigidito il sistema morfogenetico e il sistema delle acque superficiali.

La subsidenza naturale agendo in sinergia con le opere di bonifica e le attività umane, ha accentuato nel tempo le differenze di quota fra i dossi sabbioso-limosi perimetrali e le aree centrali argilloso-torbose e facilmente soggette alla compattazione.

Topograficamente i paleoalvei del Volano e del Primaro costituiscono alti strutturali, delimitando quindi un ampio bacino che si apre a ventaglio, con fulcro in corrispondenza di Ferrara e delimitato verso est dal sistema dunare costiero.

Dalle quote di "alto topografico" al bordo del bacino, superiori al livello del medio mare, (+7,00) ./ (+8,00), il territorio si deprime verso il centro del bacino, sino a quote prossime allo zero sull'allineamento Argenta – Portomaggiore – Ostellato, margine della zona più depressa corrispondente alle Valli del Mezzano.

L'area è rilevata rispetto la campagna circostante; le quote variano da massimi di circa (+7,10) presso la strada/argine, a quote prossime a (+ 6,70) ./ (+ 6,40). presso la scarpate del Po di Volano .

I terreni degradano verso est, da quote intorno a (+8,00) al limite della strada comunale che unisce Cocomaro di Cona a Cocomaro di Focomorto, a quote di (+6,50) verso est, dove la golena termina e la strada provinciale posta sull'argine si avvicina al Po di Volano.

La definizione litostratigrafica della fascia di territorio in cui è ubicata l'area è stata eseguita in base alle successioni stratigrafiche ottenute dalle prove eseguite dall'Indagine Geognostica.

Le stratigrafie mostrano una sequenza superficiale corrispondente ai sedimenti di alveo fluviale, di spessore e caratteristiche variabili, a granulometria sabbiosa più o meno limosa, posata su terreni argilloso limosi con livelli torbosi di ambiente distale acquitrinoso o palustre..

L'area è infatti ubicata in corrispondenza del paleoalveo del Volano, nell'area di antica golena, come dimostra la successione sabbiosa continua e omogenea della zona orientale, mentre nella zona ovest in superficie l'interrimento del fiume è dimostrato dalla sedimentazione, insieme alle sabbie, di frazioni limose e argillose variamente eteropiche e intercalate.

2.2. Ricostruzione storica dell'uso del suolo

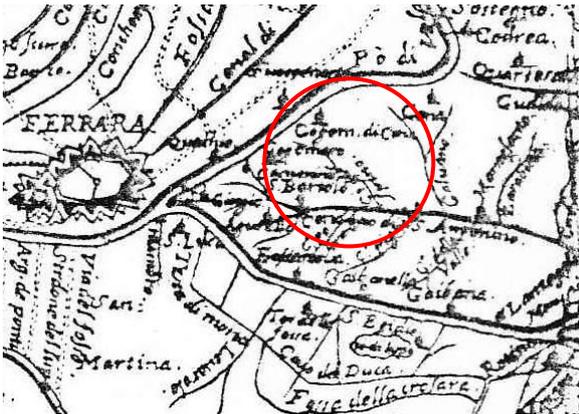
Il ramo del Po di Volano, che attraversava Ferrara sorta sulle sue rive, ha condizionato sia la costruzione fisica che l'uso antropico del territorio a est della città.

Dei borghi di Cocomaro di Cona, o Cocomarino, e Cocomaro di Focomorto si ha notizia già da documenti del 904 d.C. (U.Malagù, 1967).

Cocomaro di Cona è sito in destra del Volano, con la Chiesa costruita in epoca precedente al 1632, data in cui fu elevata a parrocchia, sotto l'argine del fiume. Le abitazioni allungate

inizialmente lungo la strada arginale, ora via Comacchio, si sono ampliate poi nel tempo anche nell'antica golena.

Cocomaro di Focomorto si sviluppa sotto l'argine sinistro del Volano e già dal 1141 si ha notizia della sua chiesa.



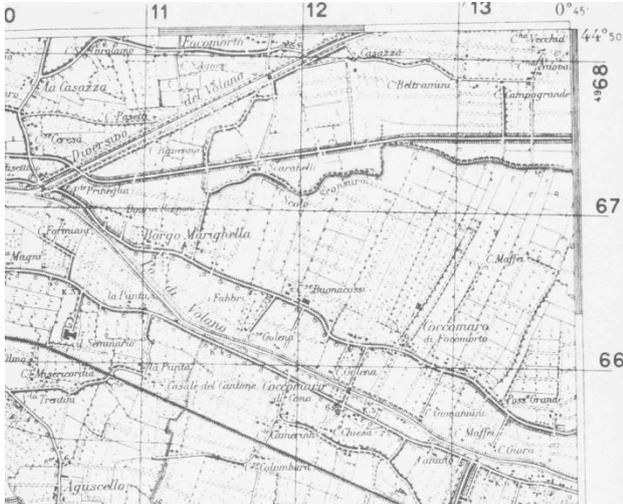
Cocomaro di Cona sotto l'argine destro del Po di Volano nella Topografia dello Stato di Ferrara di F. Bolzoni del 1709



Cocomaro di Focomorto (Cogomaro) sotto l'argine sinistro del Po di Volano nella Corografia dello Stato di Ferrara di G.B. Aleotti del 1603

La strada sull'argine destro è la provinciale n.1, via Comacchio, che portava dal Borgo di San Giorgio verso il mare, mentre la strada sull'argine sinistro è la comunale via della Ginestra che da Quacchio proseguiva lungo il corso del fiume collegando gli abitati e ora termina sulla via Pomposa. Ora infatti il nuovo tratto del corso d'acqua, che dal Ponte di Bigoni sulla Provinciale n.15 taglia l'ansa di Cona fino a Contrapò, interrompe questa continuità con la via Prinella e la città, non più mantenuta anche dopo la scomparsa del Ponte Prinella durante l'ultimo conflitto.

Le golene del Volano hanno sempre avuto quote più rilevate rispetto al piano campagna circostante e una certa sicurezza idraulica, avulsa dalla gestione idraulica della Bonifica.



Stralcio della tavoletta IGM del 1893 con aggiornamenti del 1937

Questi terreni sono sempre stati dediti all'agricoltura e le abitazioni site nella golena erano unicamente quelle legate al fondo e di tipo rurale.



Stralcio dal PTPR della Carta Uso del suolo precedente al 1986

Questo territorio di antichissima bonifica è vocato all'agricoltura sia come seminativo, dalla canapa, ora abbandonata, al frumento, mais e barbabietole, che come frutteti. Anche in tutta la fascia golenale sono indicati frutteto (F) e seminativo (S) con piccole aree a orti o vigneti di carattere familiare.

- alle esigenze e della Bonifica che lo utilizza sia per lo scolo che per emungere acqua per la irrigazione
- alle esigenze della Navigazione interna.

Questo livello è mantenuto costante nel tempo con variazioni, legate alle esigenze sopra dette, fra quota +4,60 m. s.l.m. e +4,90 m. s.l.m. (con massimi ammessi per eventi straordinari di + 5,25 m. s.l.m.), per mezzo di Chiuse e Conche di Navigazione poste a valle (conca di Valpagliaro).....

I sedimenti trasportati dalla energia dei fiumi, nella bassa pianura, sono costituiti da materiali fini - sabbia, limo, argilla- . I terreni granulari si sedimentano nella zone di alveo o nelle zone prossime allo stesso, mentre i terreni piu' fini (piu'compressibili) vanno a colmare le zone piu' lontane.

Nell'area in esame il sottosuolo è caratterizzato da sedimenti sabbiosi e sabbioso limosi legati all'azione di deposito di questo antico Fiume che aveva andamenti molto sinuosi.

L'area è rilevata rispetto la campagna circostante ; le quote variano da massimi di circa + 7,10 m. s.l.m. presso la strada - argine a quote prossime a + 6,70 ./ + 6,40 m. s.l.m. presso la scarpate del Po di Volano . I terreni degradano verso est.

Per le verifiche stratigrafiche e di consistenza sono state eseguite complessivamente 15 prove penetrometriche statiche spinte a profondità compresa fra 12 e 15 metri e n. 5 sondaggi a piccola profondità per la verifica della profondità della falda, ubicati come da allegata Planimetria.

In allegato si riportano le Schede delle CPT e le schede stratigrafiche dei sondaggi.

La prova penetrometrica statica di tipo meccanico consiste essenzialmente nella misura della Resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0,5 \text{ cm/s}$). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta opportunamente ancorato al suolo, che agisce su di una doppia batteria di aste, alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di un opportuno sistema di misura.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta tipo Begemann).

Le dimensioni della punta sono standardizzate , e precisamente:

- diametro di base del cono	$\phi = 35,7$	mm
- area della punta conica	$A_p = 10$	cm ²
- angolo di apertura del cono	$\beta = 60$	°
- superficie laterale del cono	$A_m = 150$	cm ²

Nelle schede allegate in relazione alla profondità in metri sono visualizzati i valori della Resistenza alla punta R_p e della Resistenza laterale locale R_l in Kg/cmq.

Oltre alla elaborazione dei valori della resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/RI fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Rapporto di Begemann 1965) ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (RI/R_p)\%$, secondo le esperienze di Schmertmann - 1978.

Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportati indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata c_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E , peso di volume γ ecc.).

I sondaggi sono stati eseguiti a rotazione con carotiere semplice diametro 140 mm a secco.

2.3.2. Successione stratigrafica

Dall'osservazione dei diagrammi penetrometrici ed evidenziati nelle due sezioni stratigrafiche, A-A' e B-B', ricostruite secondo i due allineamenti lungo cui sono state eseguite le prove, come evidenziato nella Planimetria, e correlando tali dati alla litologia rilevata dai sondaggi, la caratterizzazione stratigrafica in dettaglio, può essere schematizzata come di seguito esposto:

* Sezione A A' (W-E) parallela al Po a circa m. 25 ./30 dalla scarpata

CPT 8 - CPT 7 - CPT 6 -- CPT 9 - CPT 10 - CPT 11

- strato superficiale dello spessore di circa 0,7 ./ 1,0 metri caratterizzato dalla presenza di terreno vegetale limo-argilloso e argilla limosa a medio bassa consistenza, Resistenza alla punta del penetrometro statico $R_p = 5./10 \text{ Kg/cm}^2$ e Resistenza laterale locale $RI = 0,2 ./ 0,4 \text{ Kg/cm}^2$
- fra metri 1,0 e metri 9,0 ./15,0 sono stati attraversati terreni prevalentemente sabbiosi, sabbioso limosi con intercalazioni limose e limo sabbiose.

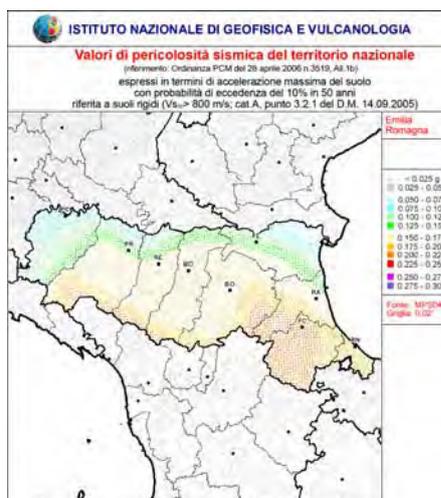
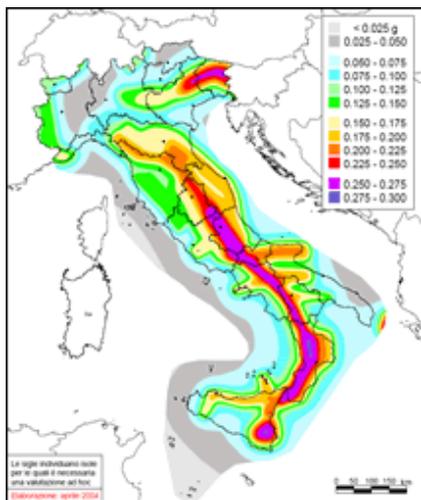
Il valore della R_p varia fra valori medi minimi di 18 ./ 20 Kg/cm^2 e valori medi massimi di 35 ./60 Kg/cm^2

- Localmente sono presenti strati limo-sabbiosi caratterizzati da $R_p = 10 ./12 \text{ Kg/cm}^2$, $RI = 0,1./0,25 \text{ Kg/cm}^2$ (CPT 7 fra m. 2 e m 5 e CPT 6 fra m.3 e m. 4,40)
- da metri 9 ./ 11 in poi nelle CPT 8, CPT 7 e CPT 6 sono stati attraversati terreni coesivi - limo argillosi e argillo-limosi con probabile presenza di sottili strati di torba

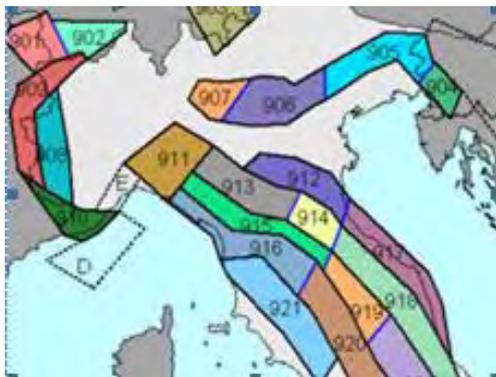
Il valore della R_p varia minimi di 8 e massimi di 12 Kg/cm^2 , $RI = 0,3 ./ 0,5 \text{ Kg/cm}^2$

* Sezione B B' (W - E) a circa m. 25 dal ciglio strada Provinciale

CPT 5 - CPT 4 - CPT 3 - CPT 2 - CPT 1 -- CPT 15 - CPT 14 - CPT 13 - CPT 12



La classificazione generale esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso. Infatti, le caratteristiche geologiche dei terreni e alcune forme del paesaggio possono aumentare gli effetti dei terremoti amplificando il moto sismico o favorendo fenomeni di instabilità (effetto di sito).



La classificazione sismica nazionale nella Zonazione sismogenetica ZS9 eseguita anche in base al catalogo storico degli eventi sismici, pone il territorio della provincia di Ferrara in Zona 912, con un valore di magnitudo M pari a 5,81.

Per valori di magnitudo superiori a 5 il terremoto è considerato “forte”.

E' per questo motivo che l'Ordinanza PCM 3274/2003, le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/1/2008) e l'Eurocodice 8, richiedono che per la valutazione dell'azione sismica siano adeguatamente considerate le condizioni geologiche e morfologiche attraverso dettagliati studi di microzonazione sismica.

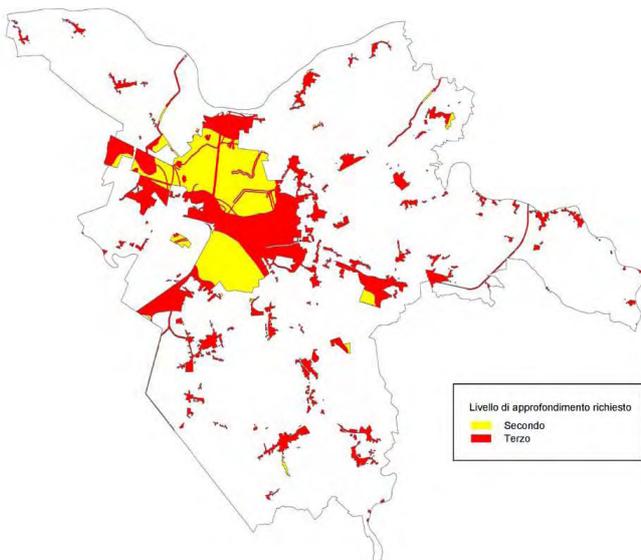
La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale, tenendo conto sia della sismicità di base (distanza dalle sorgenti sismogenetiche, energia, frequenza e tipo dei terremoti attesi) che delle caratteristiche geologiche e morfologiche locali. La microzonazione sismica, individuando le aree a diversa pericolosità sismica, permette di indirizzare le scelte della pianificazione verso gli ambiti a minore rischio

sismico fin dalle prime fasi della pianificazione (PTCP e PSC). In Emilia-Romagna si seguono le indicazioni regionali allegata alla Delibera dell'Assemblea legislativa progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007.

Alla riduzione del rischio sismico concorrono gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, così come riporta la L.R. 20/2000 nell'Allegato all'art.A-2, comma 4.

In base all'Atto di indirizzo e coordinamento della Regione n.112/2007, che fornisce i criteri per la individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la microzonazione sismica del territorio in modo da orientare le scelte di pianificazione, è stata eseguita la "Valutazione del rischio sismico delle aree edificate ed edificabili del PSC del comune di Ferrara" da parte dell'Università degli Studi e del Consorzio Ferrara Ricerche.

Nella prima fase di analisi sono state identificate le parti di territorio comunale suscettibili di effetti locali sulla base dello Studio Geologico, fornendo una *Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali* (Comune di Ferrara PSC Tav. 1.03b – 02) e una *Carta di sintesi della prima fase di analisi di pericolosità sismica* riguardante il livello di approfondimento richiesto.



Dal PSC di Ferrara - Carta di sintesi della prima fase di Analisi della pericolosità sismica

Riguardo l'effetto di sito, l'area di Fondo Golena è stata classificata come: Presenza di corpi sabbiosi sottofalda inglobati in un macrostrato di terreno fine, per i quali effetti attesi sono l'amplificazione stratigrafica, la liquefazione, cedimenti per addensamento e/o riconsolidazione indotti dal sisma.

Per l'argine su cui corre la via Comacchio e la scarpata del Po di Volano, classificate come Opere in terra, gli effetti attesi sono: amplificazione topografica e stratigrafica, instabilità, cedimenti indotti dal sisma.

La Carta di sintesi della prima fase di analisi di pericolosità sismica, che rappresenta un indirizzo per la pianificazione, sintetizza tutte le informazioni contenute nella Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali. Tutte le aree della fascia golenale fra la via Ginestra e la via Comacchio rientrano nelle aree per cui è richiesto il Terzo livello di approfondimento (colore rosso) secondo quanto richiesto dall'Atto di indirizzo della Regione Emilia-Romagna.

Relativamente alla Valutazione locale della suscettibilità a cedimenti post-sismici (seconda fase di analisi), il PSC ha quantificato l'effettivo grado di pericolosità sismica locale sulla base della interpretazione di prove penetrometriche statiche (CPT).

Riguardo la Valutazione locale del potenziale di liquefazione, nell'area è stato indicato un Potenziale di liquefazione basso, con $LL < 5$, mentre per la suscettibilità dei terreni a manifestare cedimenti indotti da sisma, non ci sono elementi in aree poste nelle medesime condizioni.

Le prime valutazioni sulla potenzialità di liquefazione sono state operate in base alle indagini geotecniche eseguite, e riportate nel Modello geologico-tecnico – prime indicazioni per la sicurezza al rischio sismico, dove si esclude la possibilità di liquefazione.

In fase di progettazione verranno eseguiti gli approfondimenti necessari richiesti per il terzo livello.

2.5. Idrogeologia del sito

2.5.1. Sicurezza idraulica

I fattori e i processi del Sistema Idrogeologico che riguardano la Variante in oggetto sono legati essenzialmente alle acque superficiali e alle acque sotterranee per quanto riguarda la prima falda.

Il sistema delle acque superficiali è costituito

- dal corso del Volano
- dalla rete dei canali della Bonifica, regolata dal Consorzio di Bonifica Il Circondario Polesine di San Giorgio, che fanno capo all'impianto Idrovoro di S. Antonino da cui, attraverso il collettore omonimo si scaricano nel Volano fra l'abitato di Cocomaro e Cona.

Il Po di Volano è regolato idraulicamente dal Servizio Provinciale della Regione Emilia Romagna. Il livello dell'acqua è legato:

- alle esigenze e della Bonifica che lo utilizza sia per lo scolo che per derivare acqua per la irrigazione

- alle esigenze della Navigazione interna.

Questo livello è mantenuto costante nel tempo con variazioni, legate alle esigenze sopra dette, fra quota +4,60 m. s.l.m. e +4,90 m. s.l.m. (con massimi ammessi per eventi straordinari di + 5,25 m. s.l.m.), per mezzo di chiuse e conche di navigazione poste a valle (conca di Valpagliaro).

Il livello della falda freatica è stato misurato nell'area ad una profondità di metri 2,30 dal piano campagna, corrispondente circa al livello del Po di Volano.

Nella zona in esame, la presenza di terre sabbiose al di sotto del piano campagna, c.a quota (+ 6,00), fino a metri -6 ./.-15 dal piano campagna, (+ 1,00)/. (- 8,00), indica una totale connessione fra il livello dell'acqua del Po di Volano e la falda freatica.

Ad ogni variazione di livello del Po di Volano corrisponde una variazione di livello della falda.

L'area è attualmente priva di problemi di scolo, drenando nel Volano ed essendo estranea al regime idraulico della Bonifica da cui è separata dall'argine fluviale rappresentato dalla via Comacchio.

2.5.2. Sicurezza della sponda del volano

Dal punto di vista idraulico, la normativa prevede che "sono vietati in modo assoluto dall'art.133 del R.D. 8 maggio 1904, n.368:

- a) le piantagioni di alberi o siepi, le fabbriche e lo smovimento del terreno dal piede dell'argine e loro accessori o dal ciglio delle sponde dei canali non muniti di argini o dalle scarpate delle strade, a distanza minore di metri 2 per le piantagioni, di metri 1 a 2 per le siepi e smovimento del terreno, e di m 4 a 10 per i fabbricati, secondo l'importanza del corso d'acqua.
- b) L'apertura di canali, fossi e qualunque scavo nei terreni laterali a distanza minore della loro profondità dal piede degli argini e loro accessori o dal ciglio delle sponde e scarpate sopra dette, una tale distanza non può essere mai minore di metri 2, anche quando l'escavazione del terreno sia meno profonda.

La stessa normativa è riportata all'art.96 del T.U. 25 luglio 1904, n.523 che riprende l'art. 168 della legge 20 marzo 1865, n.2248.

Inoltre l'art.95 dello stesso Testo Unico dà diritto ai proprietari frontisti di intervenire nei casi di necessità indicati dall'art.58, per munire le sponde, senza tuttavia alterare il corso delle acque e le attività connesse.

Il Po di Volano è inserito nell'"Elenco dei corpi idrici superficiali significativi" definito con Delibera della Giunta Regionale 2 agosto 2002, n.1420 All.A, in ottemperanza al D. Lgs.152/99, e corrispondenti ai requisiti contenuti nell'All.1 del Decreto sopracitato. Lungo la riva del Volano è prevista una pista ciclabile indicata nella scheda progetto come "elemento vincolante"; questa

comunque manterrà le distanze di legge di 10 metri dal bordo della sponda del Volano e non ne pregiudicherà la attuale stabilità.

Anche le piantumazioni previste si adegueranno alle normative vigenti e saranno progettate in conformità con le norme di sicurezza idraulica.

2.5.3. Sicurezza da alluvionamento

Il livello dell'acqua nel Po di Volano è mantenuto costante nel tempo, con variazioni fra quota +4,60 m. s.l.m. e +4,90 m. s.l.m., con massimi ammessi per eventi straordinari di + 5,25 m. s.l.m.. Questo garantisce la sicurezza dell'area da alluvionamento avendo l'area naturalmente quote intorno ai 7 metri ed essendo previsto il reinterro fino alla quota della strada/argine a (+8,50) c.a.

Non è ricordato in epoca storica l'allagamento dell'area da parte del Volano.

2.5.4. Invarianza idraulica

La Direttiva della Regione Emilia-Romagna concernente "Indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne" in ottemperanza all'art.39 del D. Lgs 11 maggio 1999, n.152, disciplina lo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici impermeabili quali strade, piazzali, suscettibili di essere contaminate e delle acque meteoriche dalle coperture di fabbricati e superfici impermeabili non suscettibili di essere contaminate.

La stessa direttiva suggerisce per la scelta dei diversi sistemi di drenaggio (3.4) nelle aree di nuova urbanizzazione la realizzazione di impianti che permettano di raccogliere le acque meteoriche dei tetti, o da altre superfici impermeabili scoperte non suscettibili di essere inquinate con sostanze pericolose, e di convogliarle con brevi reti esclusivamente pluviali aventi recapito su suoli permeabili o in vicini corpi ricettori superficiali ovvero recuperate per usi non pregiati.

La stessa Direttiva specifica che con tale separazione a monte delle reti fognarie si possono ottenere notevoli vantaggi sia idraulici che ambientali e al fine di limitare il carico idraulico sul sistema fognario degli agglomerati, nel caso di nuove urbanizzazioni ed in presenza di un corpo idrico ricettore superficiale per il recapito delle acque meteoriche, si prevederà di norma la realizzazione di sistemi di tipo separato.

Sulla base di quanto previsto dall'art.29 lett.e) del D. Lgs 152/99 per gli scarichi delle reti bianche che recapitano sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo si applicano le prescrizioni e le modalità di scarico previste dalla deliberazione del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4 febbraio 1977 – Allegato 5, punti 1 e 2.

Riguardo le acque di dilavamento della strada, che saranno raccolte nelle cunette di bordo strada, non è permesso il loro scarico diretto nel suolo/sottosuolo ma dovranno essere raccolte ed adeguatamente trattate.

Il principio dell'Invarianza Idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Lo studio di un bilancio idrologico deve essere eseguito per bacino e a questo si deve fare riferimento per un intervento di urbanizzazione parziale o per un intervento diretto di edificazione. Le componenti del bilancio in un bacino idrologico sono in effetti numerose e variabili, dalle diverse componenti del deflusso, alla variabilità della capacità di infiltrazione e, non ultimo per importanza, alle diverse modalità di manifestarsi degli eventi meteorici e degli afflussi.

Per un'area di nuova urbanizzazione è necessario verificare che l'intervento proposto non aggravi l'esistente livello di rischio idraulico nè possa pregiudicare la possibilità di una futura riduzione di tale livello. In pratica è necessario verificare che, modificando le caratteristiche e l'uso del suolo, sia verificata la compatibilità dei deflussi con i corpi recettori.

VALUTAZIONE DEFLUSSI SUPERFICIALI						
			Superficie	Coeff deflusso	Totale	
edifici (case e box)	impermeabile		6880	0,9	6192	
strade e marciapiedi	impermeabile		9205	0,85	7824,25	
parcheggi pubblici e privati	impermeabile		3005	0,85	2554,25	
Piazze e pista ciclabile	impermeabile		5856	0,85	4977,6	
Verde pubblico e privato	permeabile		21168	0,2	4233,6	
Sentieri ghiaiosi	permeabile		1896	0,3	568,8	
Aree servizio	impermeabile		430	0,9	387	
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
					coef defl medio	
Superficie totale			48440		0,55	
			prec mm/ora	superficie tot.	coef defl	
prima intervento			55	48440	0,2	533
dopo intervento			55	48440	0,55	1465,31

Si ha quindi una possibilità di incremento di c.a. 932 mc per le massime piovosità.

Il piano prevede l'utilizzo di due vasche di laminazione di tipo scatolare ed interrato di raccolta delle acque meteoriche, una di 300 mc al di sotto della piazza ovest e l'altra di 1100 mc a nella zona est (area attrezzature collettive e parcheggio pubblico).

3. VINCOLI PAESAGGISTICI

Riguardo le tutele ambientali, si fa riferimento principalmente al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Il P.T.C.P. vigente, approvato con delibera regionale n. 20 del 20 gennaio 1997, è in fase di adeguamento alla L.R. 20/2000, a sua volta integrata con il Titolo III bis Tutela e valorizzazione del paesaggio dalla L.R. 23/2009, che prevede la definizione degli indirizzi e le direttive per le realizzazioni di dotazioni ecologiche ed ambientali negli ambiti urbani e periurbani, di reti ecologiche e di spazi di rigenerazione e compensazione ambientale, con la Rete Ecologica Provinciale di 1° livello.

Sulla stessa linea si è sviluppato il PSC del comune di Ferrara e il Piano Particolareggiato di Fondo Golena all'origine della sua progettazione poteva essere considerata una anticipazione della messa in atto dei principi della nuova normativa urbanistica e ambientale.

Con il D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del Paesaggio" il Piano Territoriale Paesistico è stato definito come lo strumento garante della tutela dinamica e globale del territorio.

La Regione Emilia-Romagna, già in base alla legge 431/85 che lo prevedeva si è dotata di P.T.P.R., piano urbanistico territoriale con specifica considerazione dei valori paesistici e ambientali, considerando e disciplinando i vincoli paesaggistici presenti nel territorio regionale.

Tali previsioni e zonizzazioni sono state attuate nei Piani Provinciali e nei Piani Comunali, i quali hanno approfondito tali previsioni, al fine di specificarle e integrarle conformandole alle caratteristiche del proprio territorio.

Ai sensi dell'art.24 della L.R. 20/2000 i PTCP adeguati al PTPR costituiscono l'unico riferimento per la pianificazione paesaggistica, anche per gli strumenti di pianificazione comunale e per l'attività amministrativa.

Il Sistema Po di Volano fa parte dei beni Paesaggistici indicati all'art. 134 della Parte terza del Codice dei beni culturali e del Paesaggio. E' compreso fra le Aree tutelate per legge per il loro interesse paesaggistico (art.142), con una fascia di tutela di 150 per ogni sponda.

E' inserito negli elenchi compilati dall'Amministrazione Provinciale comprendenti i Beni soggetti a Tutela dallo stesso D.Lgs.42/2004 e tale tutela impone che qui si possa intervenire solo con

Autorizzazione paesistica rilasciata dalla Amministrazione comunale previo nulla osta della Sovrintendenza.

Già il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale con l'art.19 "Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale" indica le tutele per la valorizzazione ricostruzione ambientale e paesaggistica di aree di particolare interesse.

Il comma 7 dell'art.19 indica comunque la possibilità di urbanizzare tali aree, salvo restando le misure di tutela previste, e il successivo comma 8 prevede l'esclusione dal vincolo per le aree all'interno del perimetro del territorio urbanizzato.

La Rete Ecologica Provinciale considera il Po di Volano come Corridoio ecologico principale.

Nelle N.T.A. del PRG vigente all'atto della variante specifica, la particolarità di Zona con elementi di interesse storico, testimoniale e paesaggistico da tutelare è indicata all'art.20 per i dossi mentre l'art.15 tutela le Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale e di tutela naturalistica, riferendosi alle aree tutelate dall'art.19 del P.T.P.R..

L'area di Fondo Golena rientra nell'ambito del territorio urbanizzato del PRG vigente (11.04.95) già come ZTO "G" (artt 36 e 24.3 NTA) destinata ad ospitare aree per servizi, spazi pubblici e a parcheggi, costruzioni, anche private, per attività culturali di ritrovo e spettacolo, servizi sociali di quartiere, attrezzature per lo sport ed attrezzature socio sanitarie ad intervento edilizio diretto. Poi, con variante ordinaria al PRG (del. C.C. n.57 dell'11 aprile 2005), è stata classificata come ZTO "C8" riservata alla realizzazione di un insediamento ecosostenibile.

L'art.19, comma 8 del P.T.C.P. stabilisce che non sono soggette alle disposizioni di tutela previste dall'articolo le aree incluse negli strumenti urbanistici sia come zone G che come zone C.

La paleogolena del Volano, sia in destra che in sinistra, ha già subito notevoli interventi di urbanizzazione ed edificazione. L'ecosostenibilità del progetto previsto è comunque una garanzia ulteriore per il rispetto delle peculiarità naturali dell'area sia come tutela che come utilizzo compatibile delle risorse.

Tutte le prescrizioni di salvaguardia e tutela sono recepite nel Piano Attuativo e nel Progetto.

Il PSC attualmente vigente caratterizza l'area soprattutto per il corridoio ecologico terrestre parallelo al corridoio ecologico acquatico primario del Po di Volano, che si collegherebbe al corridoio terrestre al di là della strada provinciale attraverso un varco di permeabilità ecologica.

4. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO

Le indagini condotte hanno verificato, al di sotto di uno strato coesivo superficiale, la presenza di terreni sabbiosi per spessori variabili da un minimo di 5 metri sino alla massima profondità esaminata direttamente.

Seguono in profondità terreni coesivi a media consistenza.

4.1. Prime indicazioni per l'edificazione

Nella fase di intervento per dimensionare con sicurezza le fondazioni delle singole opere dovrà essere eseguito un approfondimento per ogni area di edificazione.

In relazione alle caratteristiche geotecniche, si è proceduto alla verifica della portata/carico ammissibile. per fondazione di tipo diretto impostate alla profondità di metri 1,00 e metri 2,30 **circa.**

Dalla relazione di Brinch-Hansen e Fröhlich il valore della pressione ammissibile consigliata per fondazione diretta a trave continua risulta

$$q_a = 0,9 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{incastro della fondazione metri 1,0 da p.c.}$$

che prevede la costruzione di edifici con fondazioni di tipo diretto a debole incastro (c.a metri 1,00)

4.1.1. Sicurezza al rischio sismico

La zona di intervento ricade in zona sismica di terzo grado.

Nell'ordinanza sopra citata e nel D.M.14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" viene richiesta la verifica della velocità di taglio V_s entro la profondità di 30 metri.

Categoria di sottosuolo e parametri sismici

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica basandosi sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento.

Questa classificazione si basa sui valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

La verifica è stata eseguita sulla base dei risultati di una Indagine geofisica eseguita per conto della Edilgeo dalla Ditta Te. Am Geofisica s.r.l. di Ferrara con Relazione del dr. Nasser Abu Zeid, e dell'Indagine geognostica utilizzando i parametri ricavati dalle CPT, utilizzando le indicazioni del D.M. 14.01.2008.

Secondo le Norme Tecniche vigenti 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. La pericolosità sismica di base si definisce con

- a_g velocità massima attesa
- F_0 valore del fattore di amplificazione
- T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Questi valori sono forniti per tutti i siti italiani in allegato alle Norme Tecniche.

Essi si ricavano utilizzando le informazioni disponibili riguardo il reticolo di riferimento per il sito di progetto.



Coord. Punto Target

Latitudine 44.811222 [deg]
 Longitudine 11.686664 [deg]
 Ag (Tr=475anni, 50° perc.) 0.138 [g]

Vertici della maglia del reticolo di riferimento

Vertice 1 (ID=15403) d₁=2.46 [km]
 Vertice 2 (ID=15404) d₂=3.55 [km]
 Vertice 3 (ID=15625) d₃=4.96 [km]
 Vertice 4 (ID=15626) d₄=5.58 [km]

Costruzione: Classe d'uso e vita nominale

Classe d'uso II
 Vita nominale V_N 50

Spettro di progetto Accelerazione S_e

Tipo elastico anelastico (SLU)
 Direzione Orizzontale Verticale

Spettro elastico Spostamento S_de

Direzione Orizzontale

Tipo terreno

A B C D E

Amplificazione suolo

T1 T2 T3 T4

h/H

h=quota sito 0.50
 H=altezza rilievo topografico 0.52

Punto e reticolo di riferimento

TARGET POINT	Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T*_c [s]
Lat: 44.811222 Lng: 11.686664	Operatività (SLO)	30	0.038	2.545	0.254
	Danno (SLD)	50	0.048	2.485	0.275
	Salvaguardia Vita (SLV)	475	0.138	2.595	0.273
	Prevenzione Collasso (SLC)	975	0.186	2.546	0.279

Nelle tabelle a seguire, in relazione ai risultati delle CPT 2 e 12, scelte come indicative delle stratigrafie del sottosuolo, si ricava il valore della Vs 30 .

CPT n.2

strato (da m a m.)	spess H (m)	litologia	Rp (Kg/cm ²)		Fatt conv a	N=RP / a		γ KN/m ³	γ' KN/m ³	σ'_{vo} KN/m ²	σ_{vo} KN/m ²	Vs (m/s) min
			min	max		min	max					
0,00-1,00	1	limoarg-sabb	11	14	5	5	3	19	19	9,50	9,50	100
1,00-2,0	1	sabbia limosa	21	60	4,5	5	13	19	19	28,50	28,50	115
2,0-2,50	0,5	sabbia limosa	21	28	4,5	5	6	19	19	42,75	42,75	122
2,5-6,60	4,1	sabbia fine	22	50	4,5	5	11	19	9	65,95	86,45	131
6,60-8,00	1,4	arg-limosa	8	11	5	2	2	19	9	90,70	138,70	104
8,00-9,60	1,6	argilla e limo	11	14	5	2	3	19	9	104,20	167,20	114
9,60-12,0	2,4	limo deb arg	10	15	5	2	3	19	9	122,20	205,20	114
12,0-20	8	limo argilloso	11	16	5	2	3	19	9	169,00	304,00	122
20-30	10	argilla e limo	18	30	5	4	6	19	9	250,00	475,00	146
Vs ₃₀ = 134			m/s									

CPT n.12

spess H (m)	litologia	Rp (Kg/cm ²)		Veloc. ond.tagl. (m/s)			H/Vs KN/m ²	γ KN/m ³	γ' KN/m ³	G KPa
		min	max	min.	max	media				
1	limo arg-sabb	11	20	74	93	83	0,012	19	19	13405
1,25	sabbia limosa	22	33	97	120	108	0,012	19	19	22761
2,35	sabbia limosa	22	30	97	114	105	0,022	19	9	21457
2,4	sabbia fine	25	38	103	130	117	0,021	19	9	26427
5,0	sabbia fine	40	60	135	177	156	0,032	19	9	46940
2,0	sabbia fine	60	90	177	240	208	0,010	19	9	83960
6,0	limo deb arg	13	16	78	84	81	0,074	19	9	12736
10,0	limo argilloso	18	30	88	114	101	0,099	19	9	19777
Vs ₃₀ = 106,7		m/s								

Nell'area è stata eseguita una Indagine sismica con due profili sismici che hanno consentito di determinare la sequenza sismica delle onde di taglio nel sottosuolo. E' risultato un valore di Vs₃₀ di 173 m/s +/- 2,4 quindi classificando i terreni del sottosuolo come Classe D, caratterizzati da valori di Vs < 180 m/s ("Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina").

Per i terreni granulari di recente deposizione è opportuno verificare la loro resistenza al processo di "liquefazione" come richiesto dal D.M. 14.01.2008.

La resistenza a liquefazione dipende dallo stato di addensamento del terreno, dalla eventuale presenza e plasticità di una frazione fine e dalle modalità di formazione della struttura granulare.

Il parametro di resistenza alla liquefazione, denominato CRR (Cyclic Resistance Ratio), è desunto dai risultati della prova in sito, e può essere funzione della prova SPT, CPT o della velocità delle onde di taglio Vs.

Il parametro di carico sismico è il rapporto di tensione ciclica CSR stimato sulla base di considerazioni teoriche ed empiriche dalle caratteristiche del terremoto.

4.1.2. Verifica di stabilità ai fenomeni di liquefazione

La resistenza dei terreni alla liquefazione viene valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico (Cyclic Stress Ratio, CSR lim (CSR)) e la sollecitazione di taglio massimo indotta dal sisma (Cyclic Stress Ratio – CRR)

$$F = \text{CSR lim} / \text{CRR}$$

Nel caso in esame per Sisma di magnitudine 5,5 (valori propri per il nostro territorio) è risultato un valore di F compresi fra 1,3 e 1,7 per le sabbie fini presenti (vedi Rel 33/05).

Per l'area è minimo il rischio del fenomeno di liquefazione.

4.1.3. Verifica geotecnica preliminare

Le opere di cui è prevista la costruzione dovranno essere inoltre verificate con riferimento ai meccanismi di rottura per carico limite e scorrimento come previsto da Norme Tecniche per le costruzioni 2008.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) devono rispettare la condizione

$$Ed < Rd$$

essendo

Ed il valore di progetto dell'azione

Rd il valore di progetto della resistenza del terreno

La resistenza del terreno (Rd) va valutata in riferimento ai coefficienti parziali relativi ai parametri geotecnici del terreno secondo l'approccio 1 e le seguenti combinazioni di carico

- ◆ combinazione 1 "A1 + M1 + R1" STR
- ◆ combinazione 2 "A2 + M2 + R2" GEO

per le azioni (A1 e A2)

per i parametri geotecnici (M1 e M2)

per le resistenze (R1, R2, R3)

Le verifiche devono essere effettuate nei confronti dello stato limite ultimo SLU di tipo geotecnico (GEO) per

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa

- stabilità globale

La verifica di stabilità globale dovrà essere effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali

- per le azioni o i loro effetti (tab. 6.2.I N.T.C.)
- per i parametri geotecnici del terreno (tab. 6.2.II N.T.C.)
- per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo (6.8.I N.T.C.)

Pressione ammissibile per fondazione diretta

In fase di pianificazione attuativa, ipotizzando l'adozione di fondazione diretta, si danno alcune indicazioni preliminari per la pressione ammissibile da utilizzare per le future progettazioni.

Si procede pertanto alla verifica della pressione limite al piano di fondazione, utilizzando la relazione proposta da Brinch - Ansen,.

Tale espressione rappresenta la estensione della relazione di Buisman e Terzaghi con la introduzione dei casi particolari (forma, inclinazione carico - base fondazione - piano campagna , profondità del piano di posa).

Per condizioni drenate

$$Q_{lim} = 1/2 \gamma' B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c$$

Per condizioni non drenate

$$Q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q'$$

essendo:

γ	= peso di volume del terreno (γ' p.vol.t. immerso)
B	= dimensione minore della fondazione
$q' = \gamma \cdot H$	= carico preesistente al piano fondazione
c'	= coesione
c_u	= coesione non drenata
N_{γ}, N_q, N_c	= fattori capacita' portante , legati all'ang. di res. al taglio ϕ
s_{γ}, s_q, s_c	= fattori di forma della fondazione
i_{γ}, i_q, i_c	= fattori correttivi per inclin. del carico
b_{γ}, b_q, b_c	= fattori correttivi per inclinazione base della fondazione
g_{γ}, g_q, g_c	= fattori correttivi per piano campagna inclinato
d_q, d_c	= fattori dipendenti dalla profondita' del piano di posa

Trascurando il momento i fattori correttivi per

- inclinazione del carico
- inclinazione base della fondazione
- piano campagna inclinato

trascurando anche i fattori di profondità a favore della sicurezza per le ipotesi generiche di:

- fondazione diretta continua B = 1,50 m
- profondità di posa metri 1,0 dal piano campagna attuale
- carico centrato e verticale

e per le caratteristiche geotecniche soprariportate risulta

$$Q_{lim} = 270 \text{ KPa}$$

4.2. Strade e piazzali

Il progetto prevede la realizzazione di strade e piazzali di quartiere e locali, con livelli di traffico commerciale limitato. Per il calcolo della struttura si è assunto un traffico di 126 veicoli/giorno x 2 + 50 % per traffico di servizio per un totale di circa 350 veicoli giorno.

Dal traffico medio giornaliero si assume il 15 % di traffico pesante ricavando un valore di 53 passaggi giorno.

La quota del piano campagna varia fra 6,70 e 7,10 m s.l.m., La strada provinciale di Cona Comacchio è posta ad una quota compresa fra 8,60 e 8,53 m s.l.m..

Il sottosuolo è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di terreni a matrice limosa e sabbiosa. Si prevede la esecuzione di un riporto lungo la sponda del Volano per raggiungere la quota della strada provinciale, quindi di circa 1,0./1,5 metri, sui cui sarà impostata la pista ciclabile.

Sul piano del rilevato è opportuno prevedere la posa di un telo di geotessuto, nontessuto e/o tessuto posto alla base dello strato di rilevato con funzione anticontaminante del peso di circa 200 ./250 g/m²

Il calcolo della sovrastruttura è stato affrontato utilizzando il “metodo razionale degli strati” e gli spessori minimi col metodo della Road Note 29.

Nella tabella seguente viene evidenziata la sovrastruttura di progetto verificata col metodo razionale degli strati (IVANOV), che da una prima analisi, a livello indicativo potrebbe essere così composto:

Strato	Spessore (mm)	E (MPa)	v
Strato bituminoso Binder – usura	100	2500./3500	0,35
Misto stabilizzato	200	220 ./ 250	0,40
Il strato A6 tratt.a calce	250	90 ./ 150	0,40
I strato A6 tratt a Calce	250	90 ./150	0,40
Rilevato A2-4 / A6	>500	50	0,40
Sottofondo	-----	20	0,45

La struttura potrà quindi essere così dimensionata:

binder + usura	cm.	7+3
fondazione in misto granulare stabilizzato	cm	20
sottofondazione in materiale sabbioso e/o limoso trattato a calce	cm	25+25

4.3. Terre da scavo

Essendo previsto un riporto di m 1,00-1,50 di terreno nella fascia lungo la sponda del Po di Volano, dovrà essere studiato il tipo di materiale da acquisire e distribuire, secondo le indicazioni normative vigenti.

Poiché al momento non è possibile la identificazione della provenienza e qualità di detto materiale, si rimanda questa caratterizzazione e le relative relazioni richieste, al momento della esecuzione delle opere di urbanizzazione.

dr.geol. Marilena Martinucci

Ferrara, novembre 2011

ALLEGATI

Tavola Piano Quotato (non in scala)

Tavola Scheda Progetto (non in scala)

Tavola Piano Particolareggiato (non in scala)

Stralcio Carta Geomorfologica (non in scala)

Schede Prove Penetrometriche Statiche

Carta ubicazione prove geognostiche

Scheda sezioni stratigrafiche



Il Piano quotato di Fondo Golena

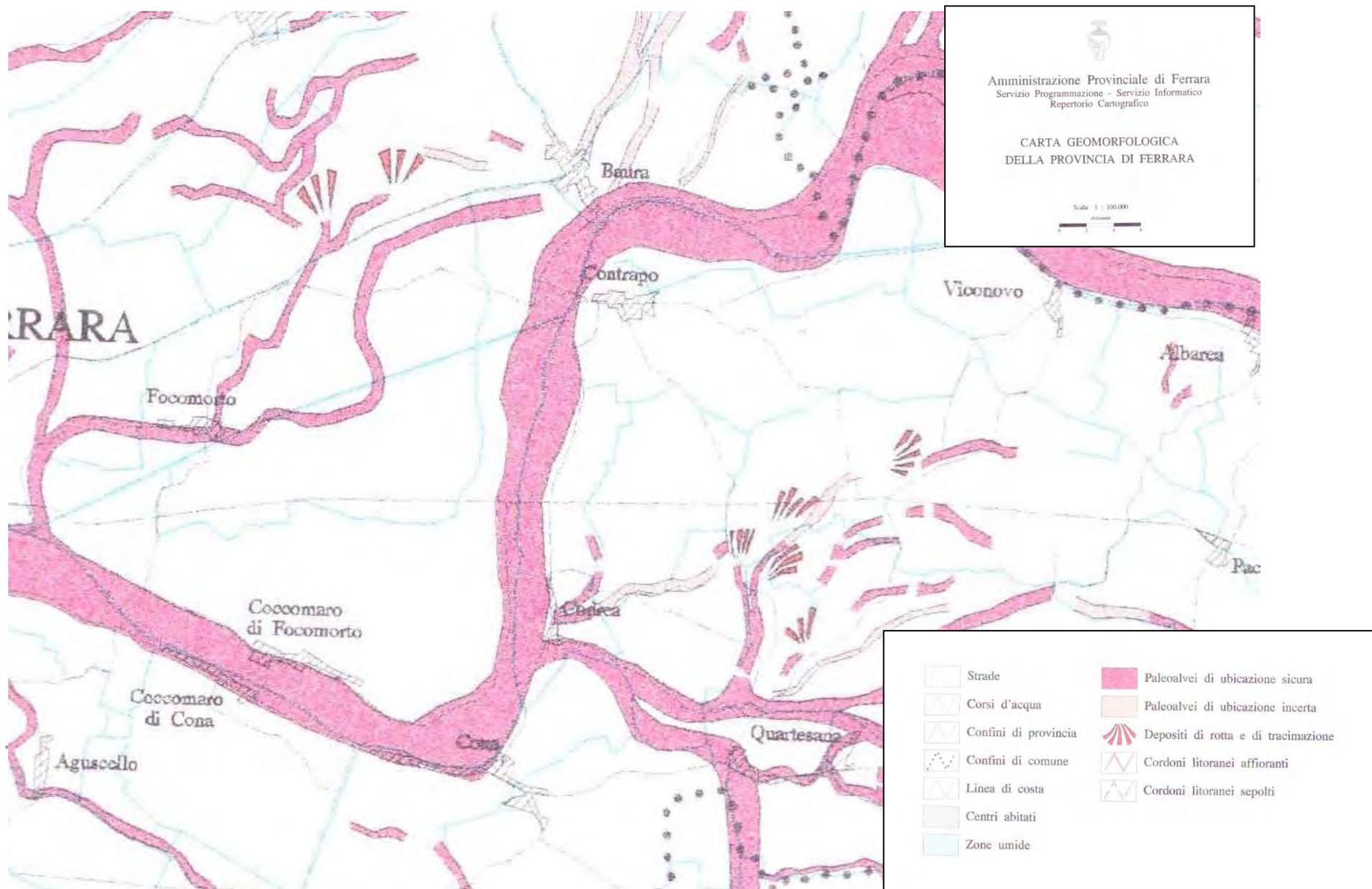




II

Piano Particolareggiato

III





stralcio della Tavola del PSC delle Aree suscettibili di effetti locali

indagine geologico tecnica

**SCHEDE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

EDILGEO Studio tecnico geologico associato

Via Pontegradella 11 - Ferrara -tel 0532 740943

Studio Geologico Associato EDILGEO

Rifer. : 46-2002

SONDAGGIO GEOGNOSTICO n. 1

RZ-GP-89

Tipo : rotazione carotiere semplice diam.140 mm.
 Località : Ferrara - Cocomaro di Cona
 Committente : Gambale Immobiliare-Mirabello FE
 Note : piezometro a m.3

Data : 5-10-2002
 Quota inizio : p.c.
 prof, falda = 2.30 m da quota inizio
 scala profondità = 1 ; 25

CAMPIONI : A-E-C... = INDISTURBATI 1-2-3... = RIMANEGGIATI

prof. (m)	simb.	CAMPIONI N. prof. (m)	NATURA STRATIGRAFICA descrizione	Falda	Quota
0.00			terreno vegetale limoso		
0.40			limo debolmente argilloso		
0.90					
			sabbia fine e medio fine con sottili intercalazioni di sabbia limosa		
4.50					

Studio Geologico Associato EDILGEO

Rifer. : 46-2002

SONDAGGIO GEOGNOSTICO n. 2

RZ-GP-89

Tipo : rotazione carotiere semplice diam. 140 mm.
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona
 Committente : Gambale Immobiliare-Mirabello FE
 Note : piezometro a m. 3

Data : 5-10-2002
 Quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 25

CAMPIONI : A-B-C... = INDISTURBATI 1-2-3... = RIMANEGGIATI

prof. (m)	simb.	CAMPIONI N. prof. (m)	NATURA STRATIGRAFICA descrizione	falda metri	Piez
0.00			terreno vegetale limoso		
0.40			limo debolmente argilloso colore nocciola		
1.00			sabbia fine e medio fine con locali intercalazioni sabbioso limose colore grigio-nocciola		
4.00					

Studio Geologico Associato EDILGEO

Rifer. : 46-2002

SONDAGGIO GEOGNOSTICO n. 3

RZ-GP-89

Tipo : rotazione carotiere semplice diam. 140 mm.
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona
 Committente : Gambale Immobiliare-Mirabello FE
 Note : piezometro a m. 3

Data : 5-10-2002
 Quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 25

CAMPIONI : A-B-C... = INDISTURBATI 1-2-3... = RIMANEGGIATI

prof. (m)	simb.	CAMPIONI N. prof. (m)	NATURA STRATIGRAFICA descrizione	falda metri	Piez
0.00			terreno vegetale limoso		
0.40			limo debolmente argilloso colore nocciola		
1.00					
			sabbia fina a medio fine con locali intercalazioni sabbioso limose colore grigio-nocciola	2.25	
4.00					

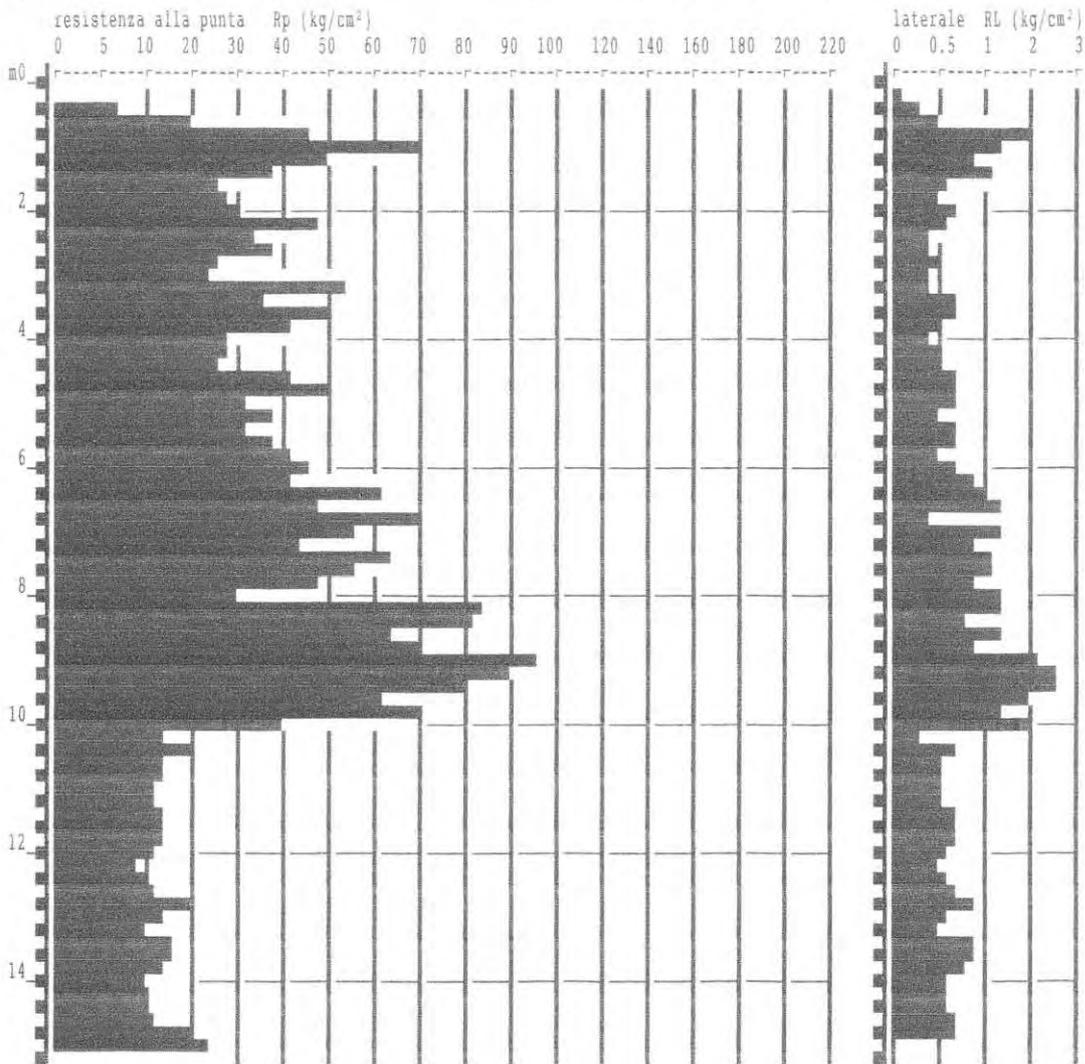
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 29-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.50 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

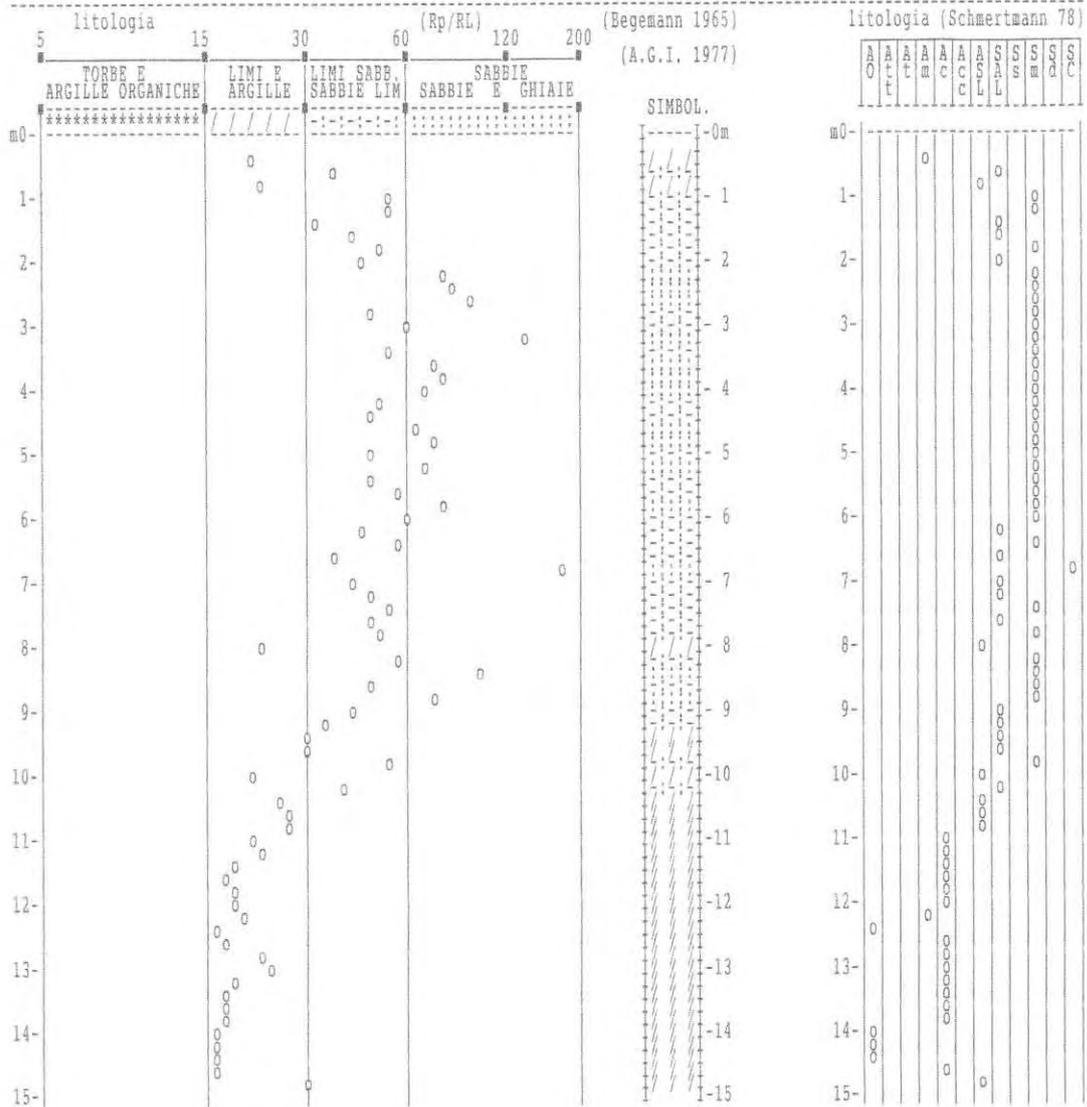
Rifer. : 46-2002

**PROVA PENETROMETR. STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1
RZ-GP-89**

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 29-10-2002
quota inizio : p.c.
prof. falda = 2.50 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



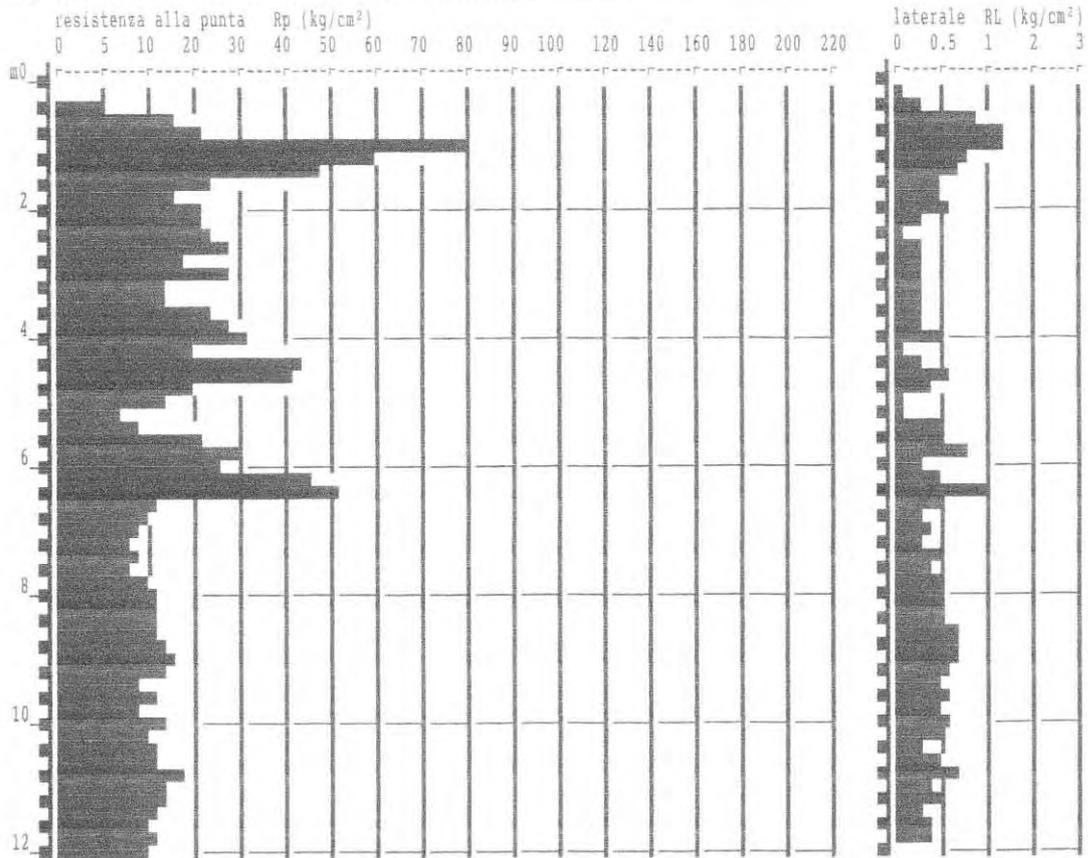
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



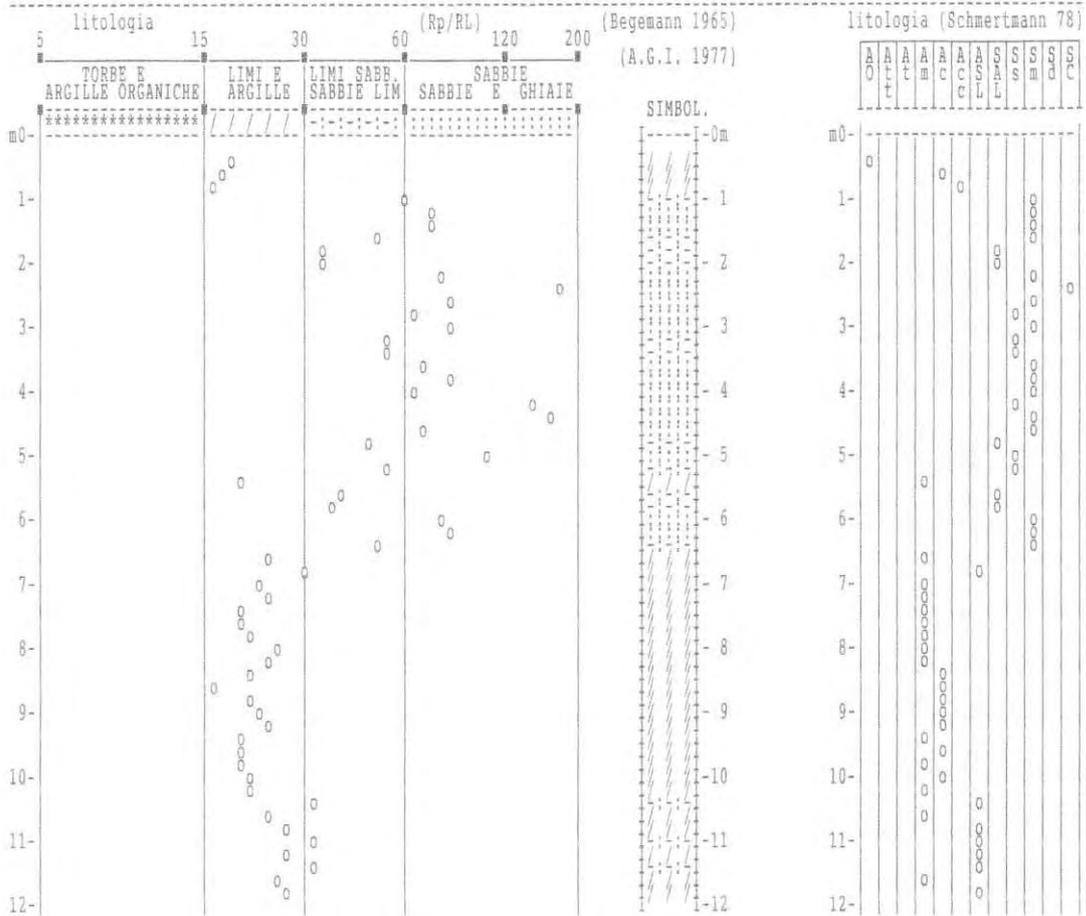
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare - Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



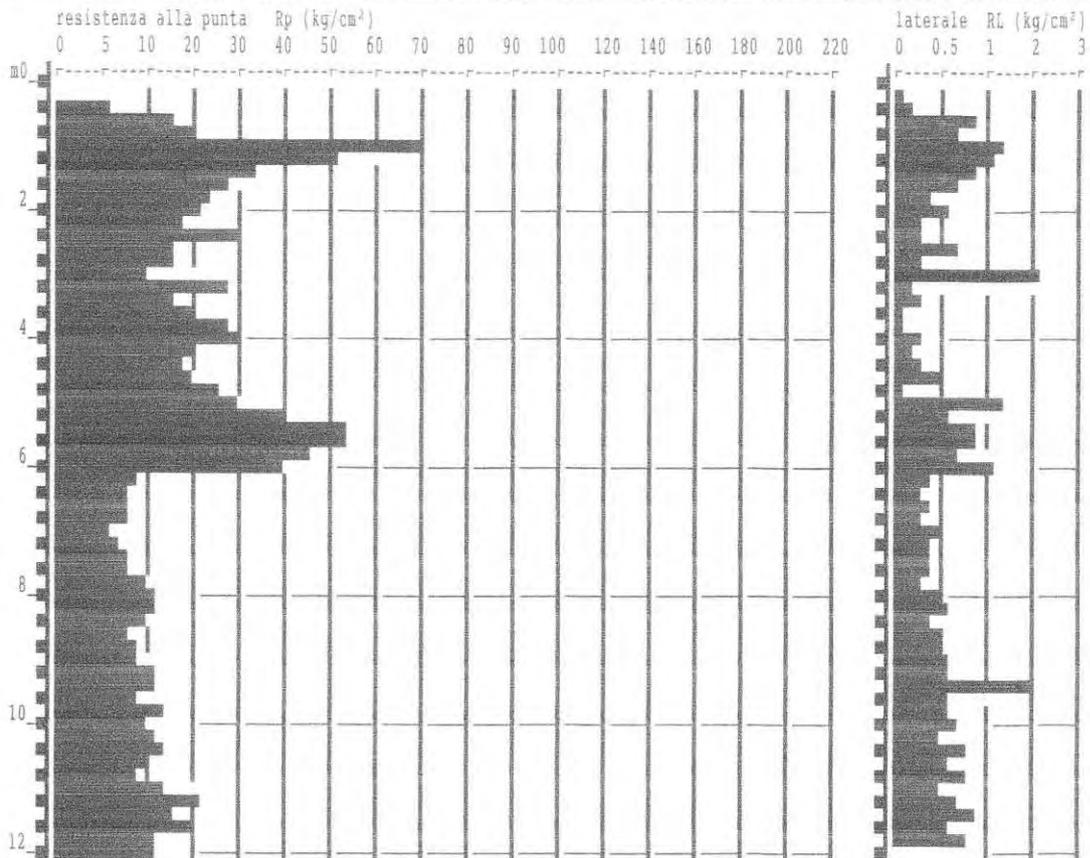
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabelle FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



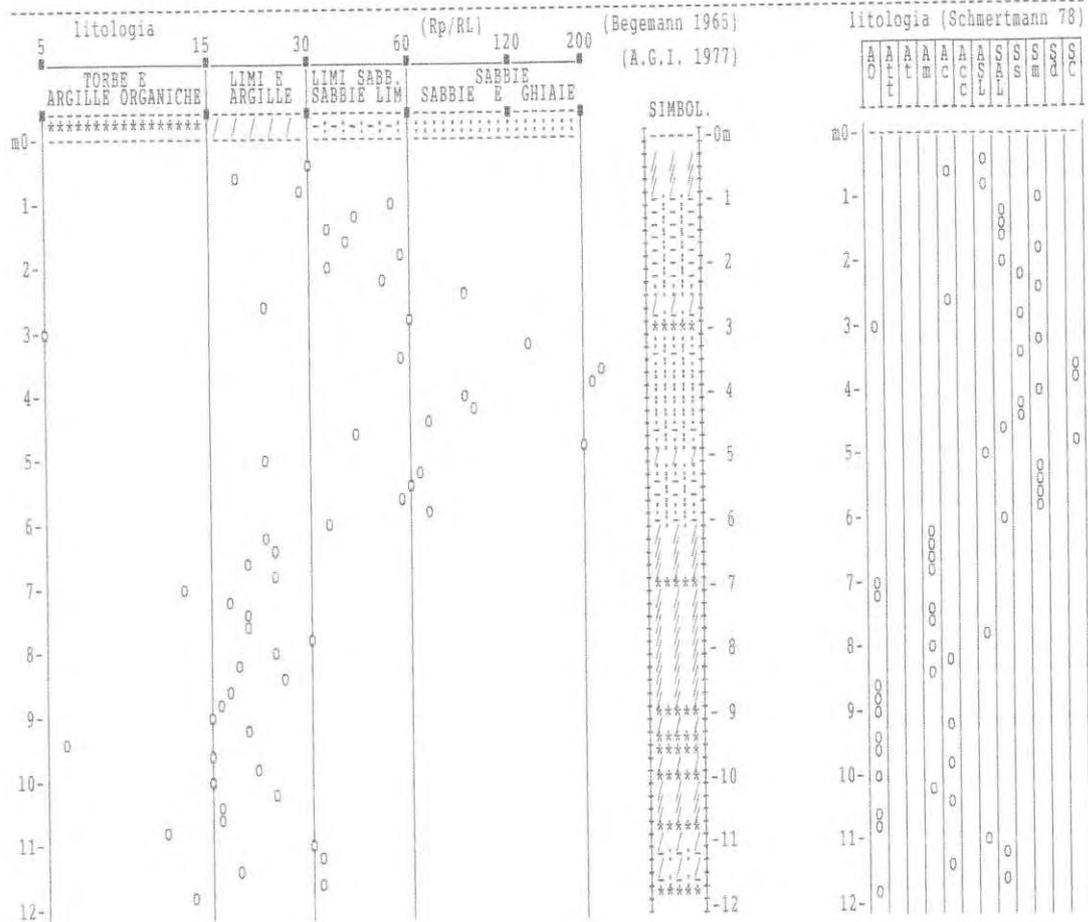
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare - Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



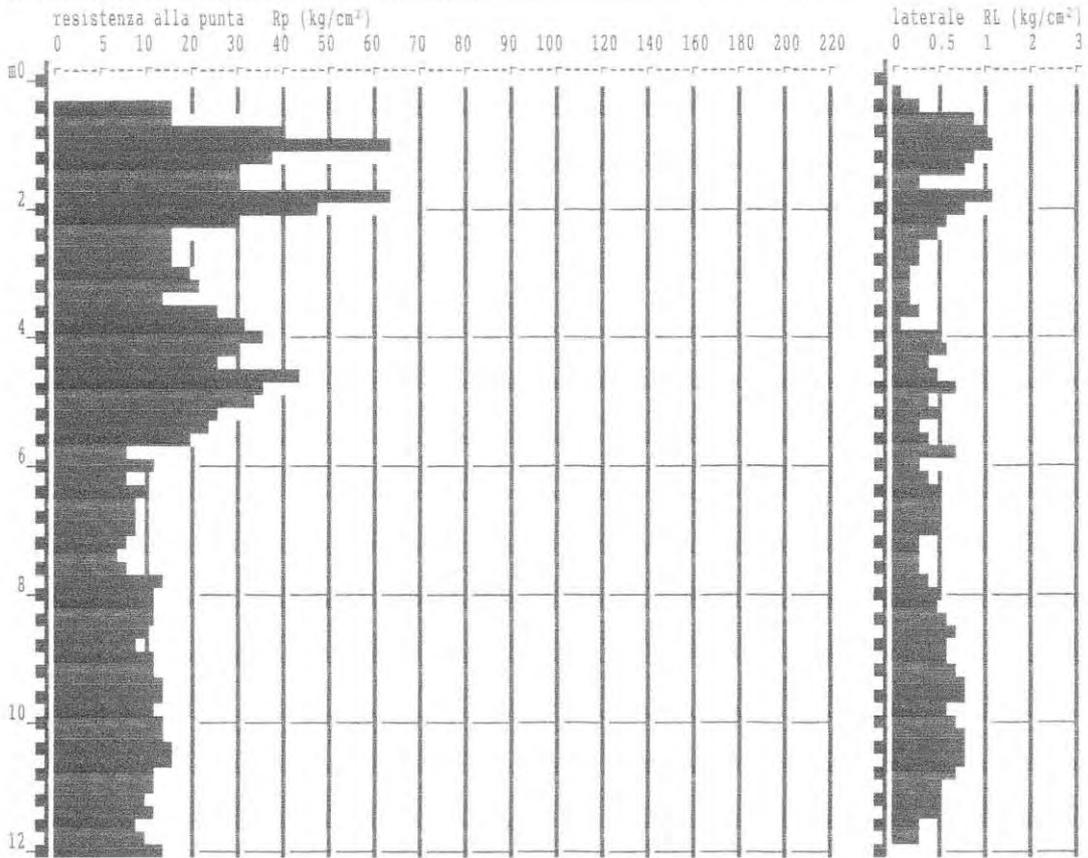
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 4
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Consa

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



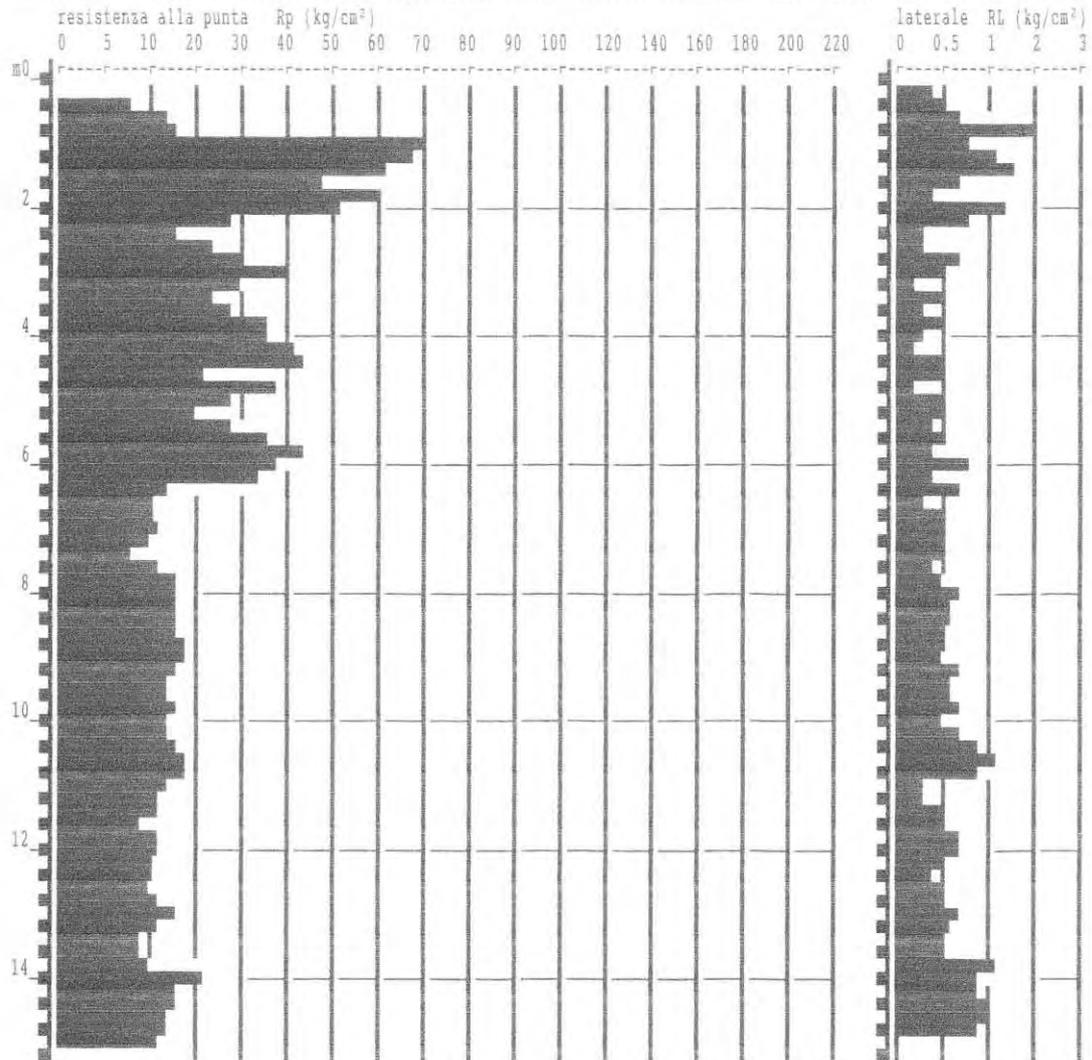
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 5
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



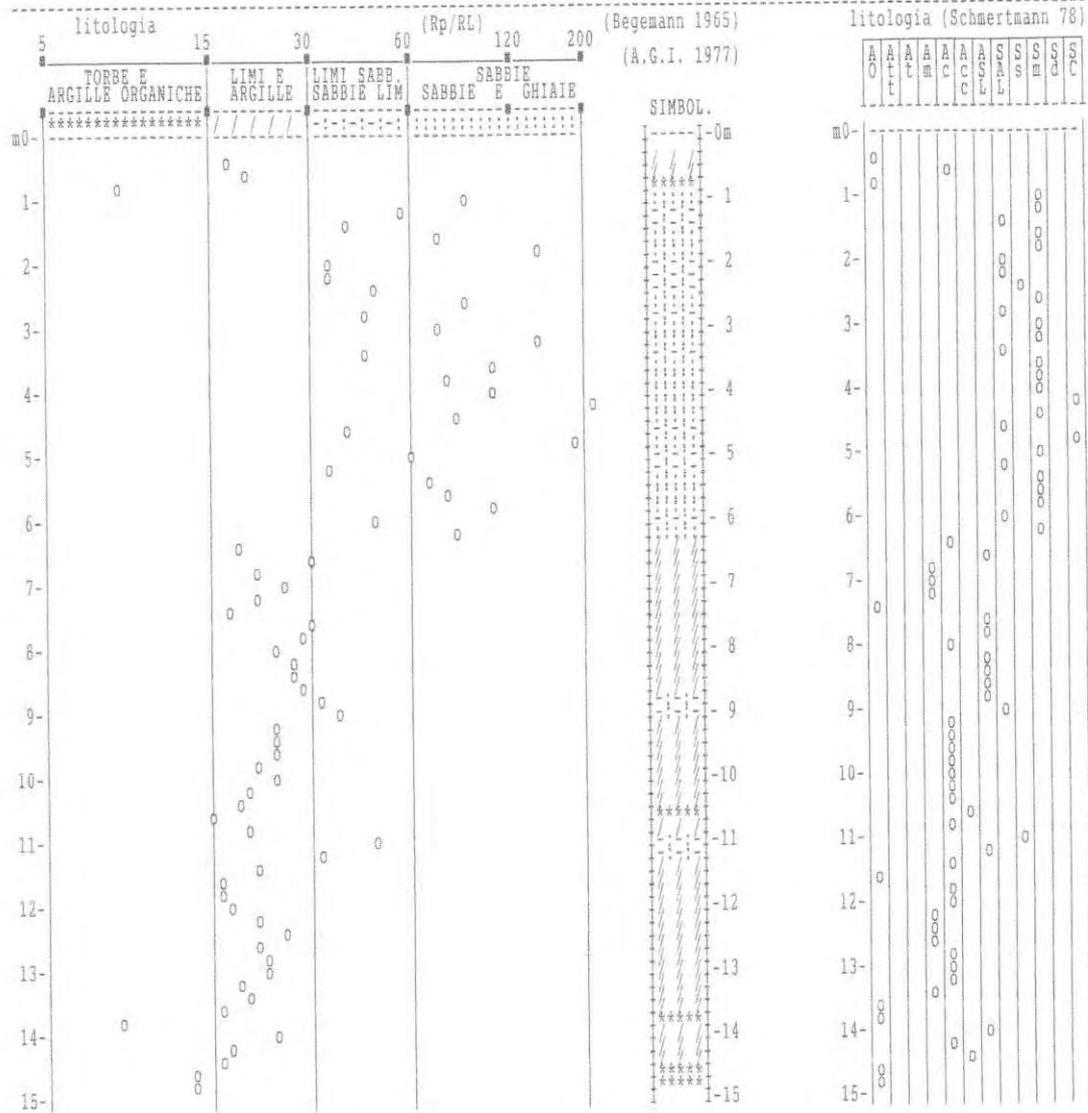
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 5
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



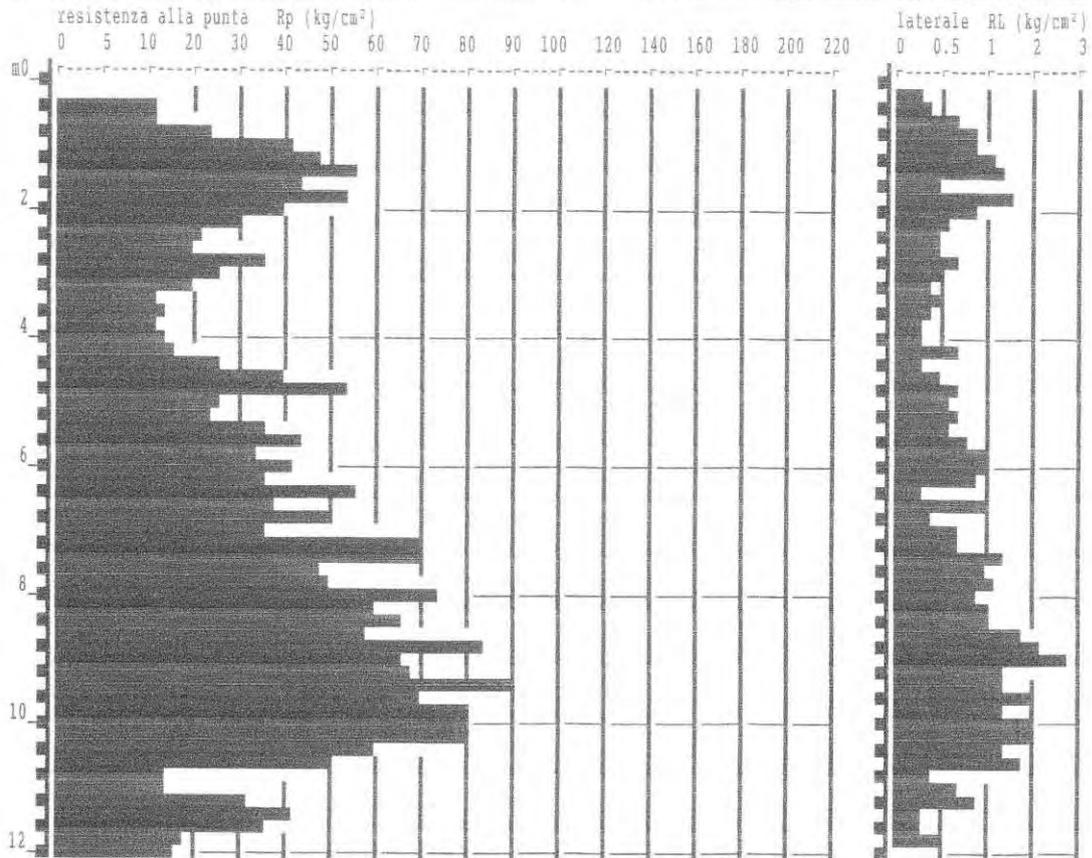
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 6
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



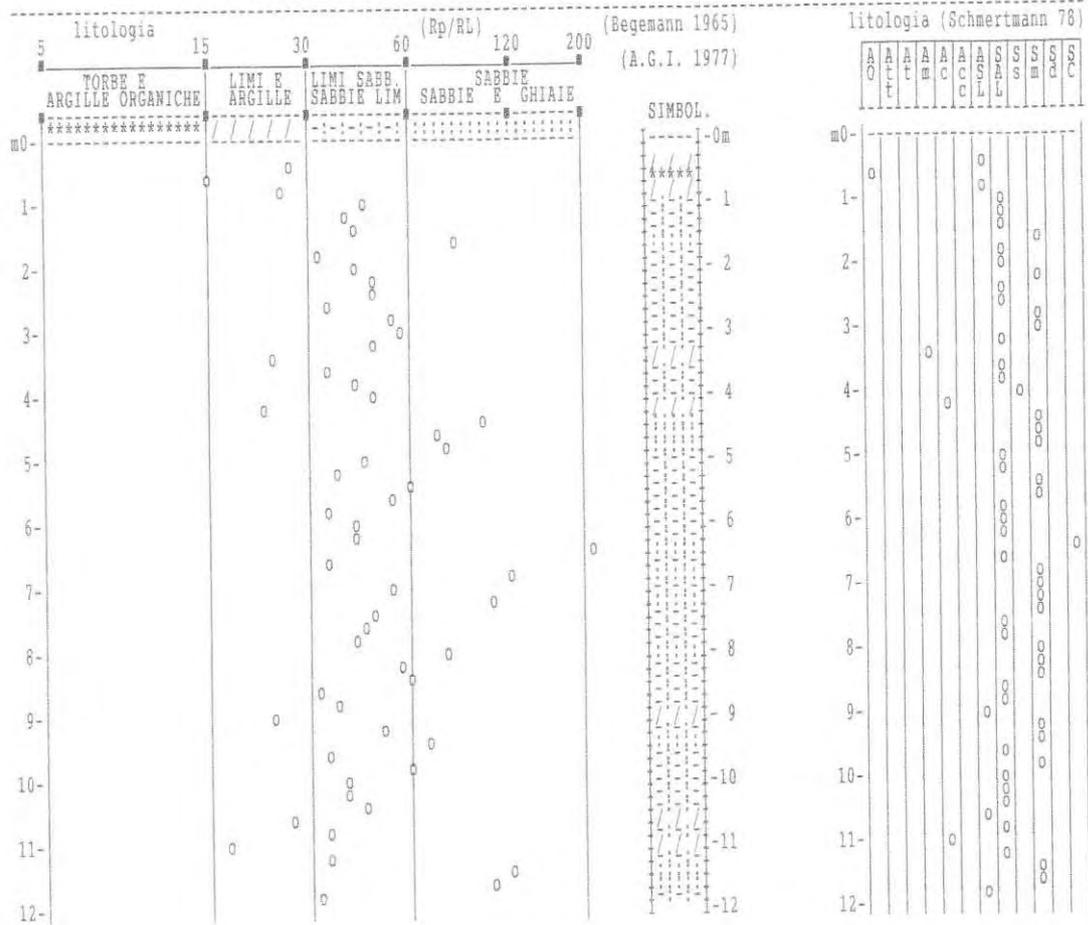
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 6
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 30-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.55 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



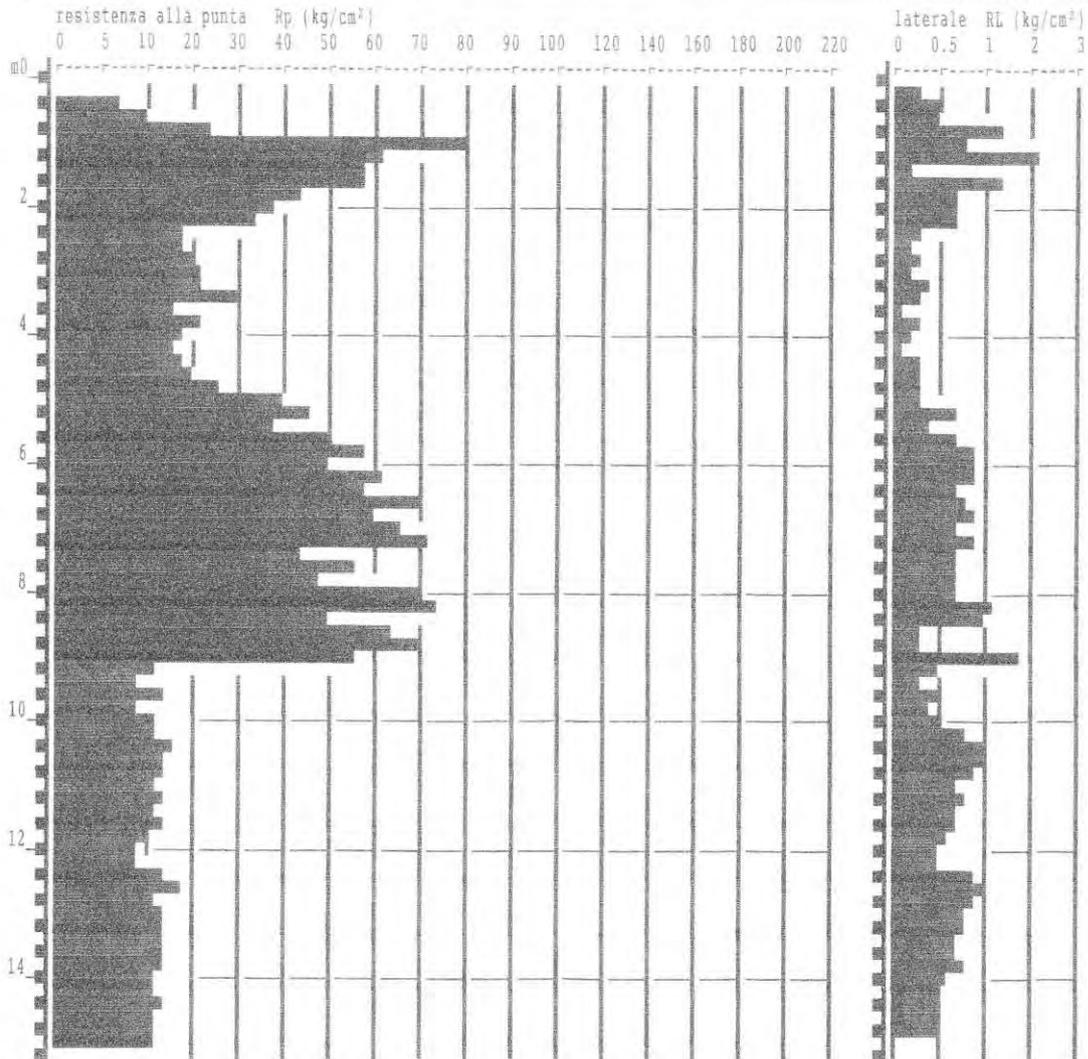
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 7
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,50 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



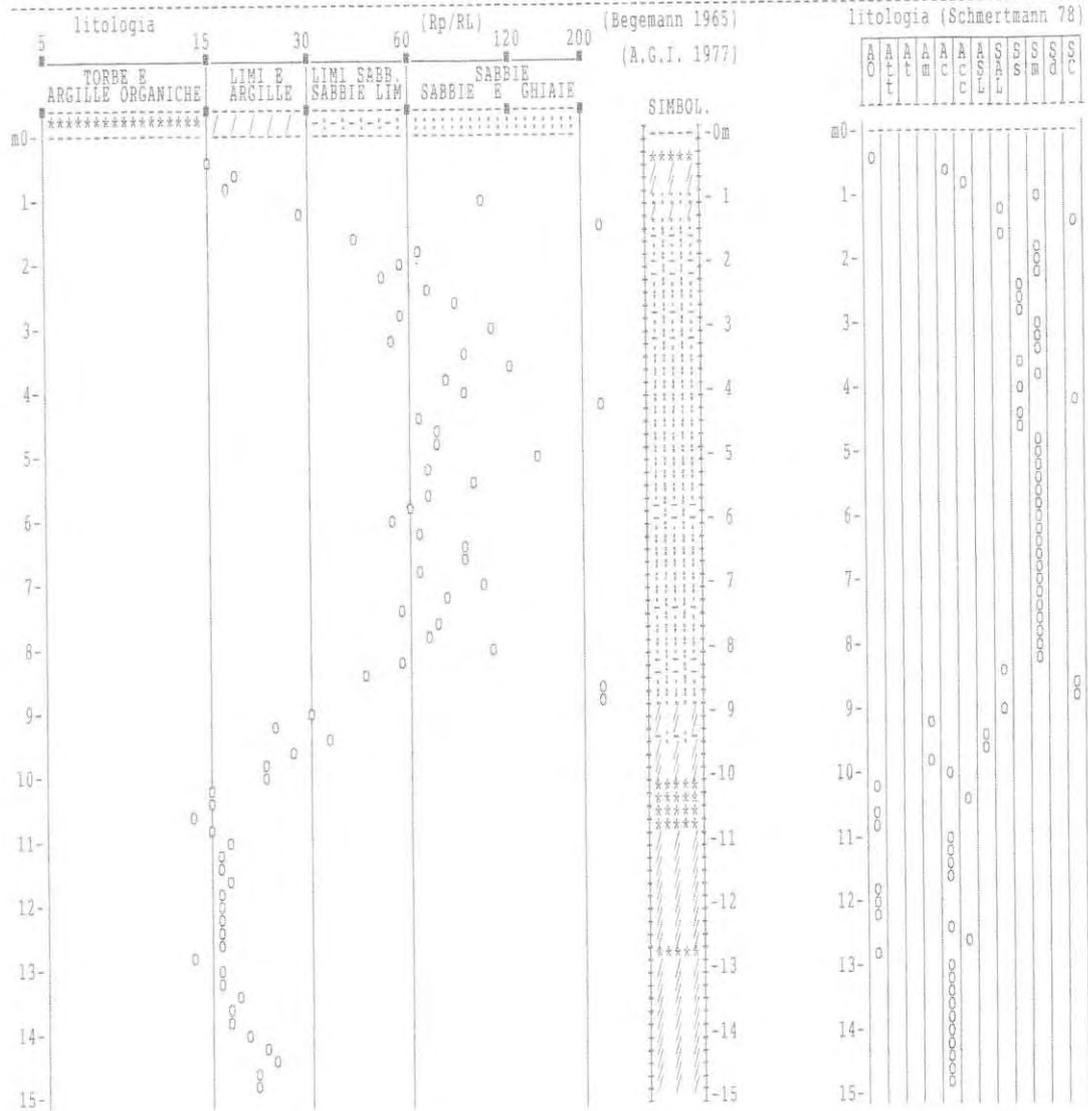
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 7
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-69

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.50 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



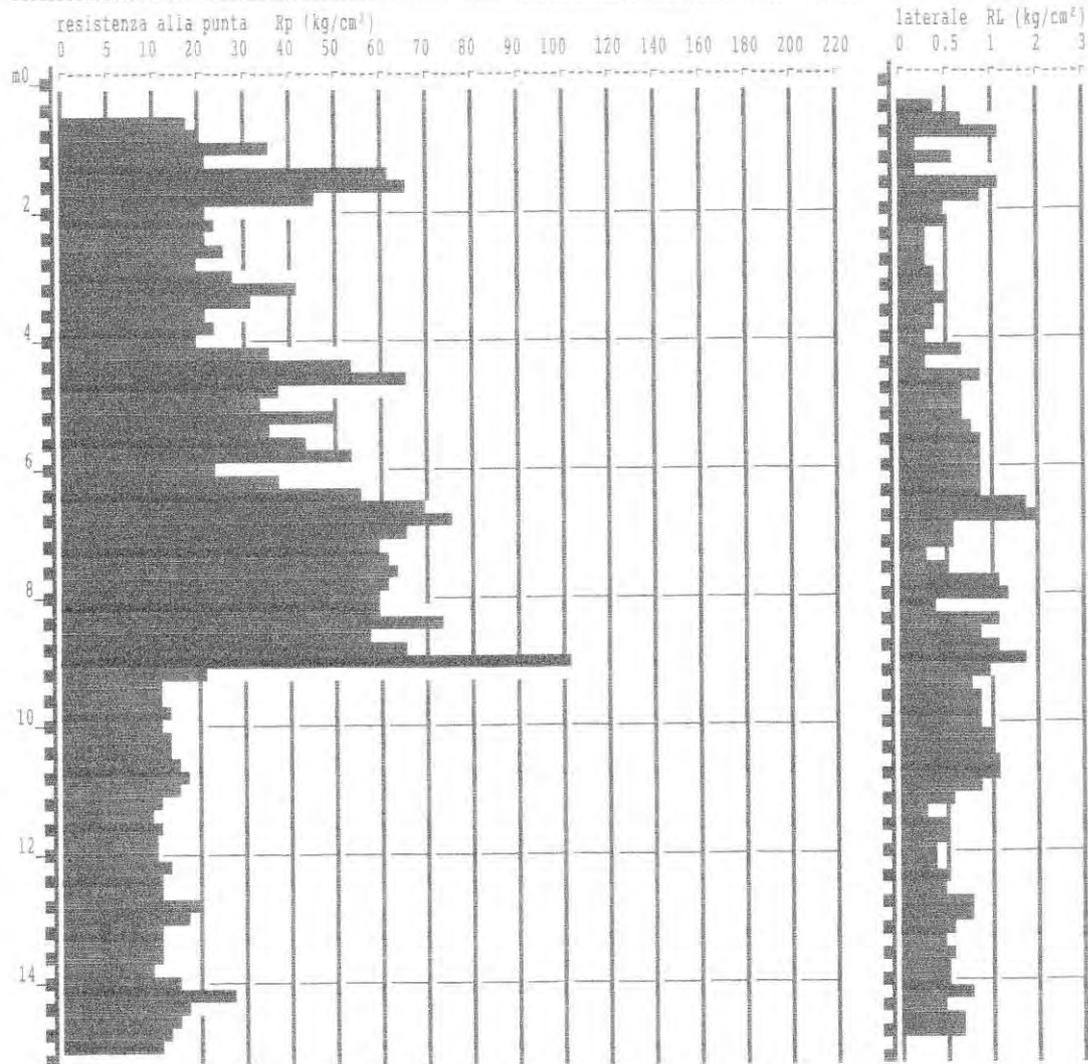
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 8
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,50 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

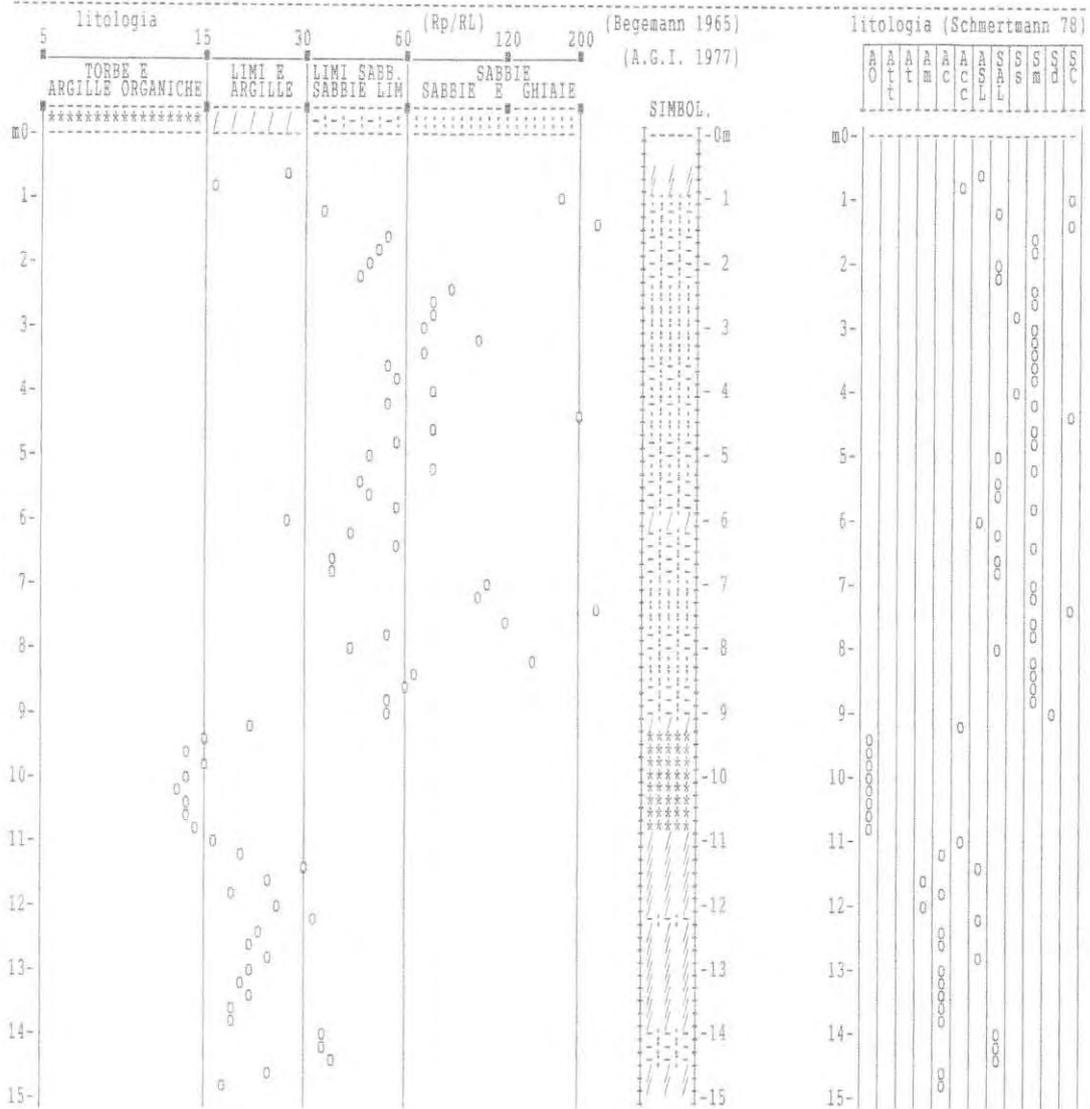
Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 8
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.50 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



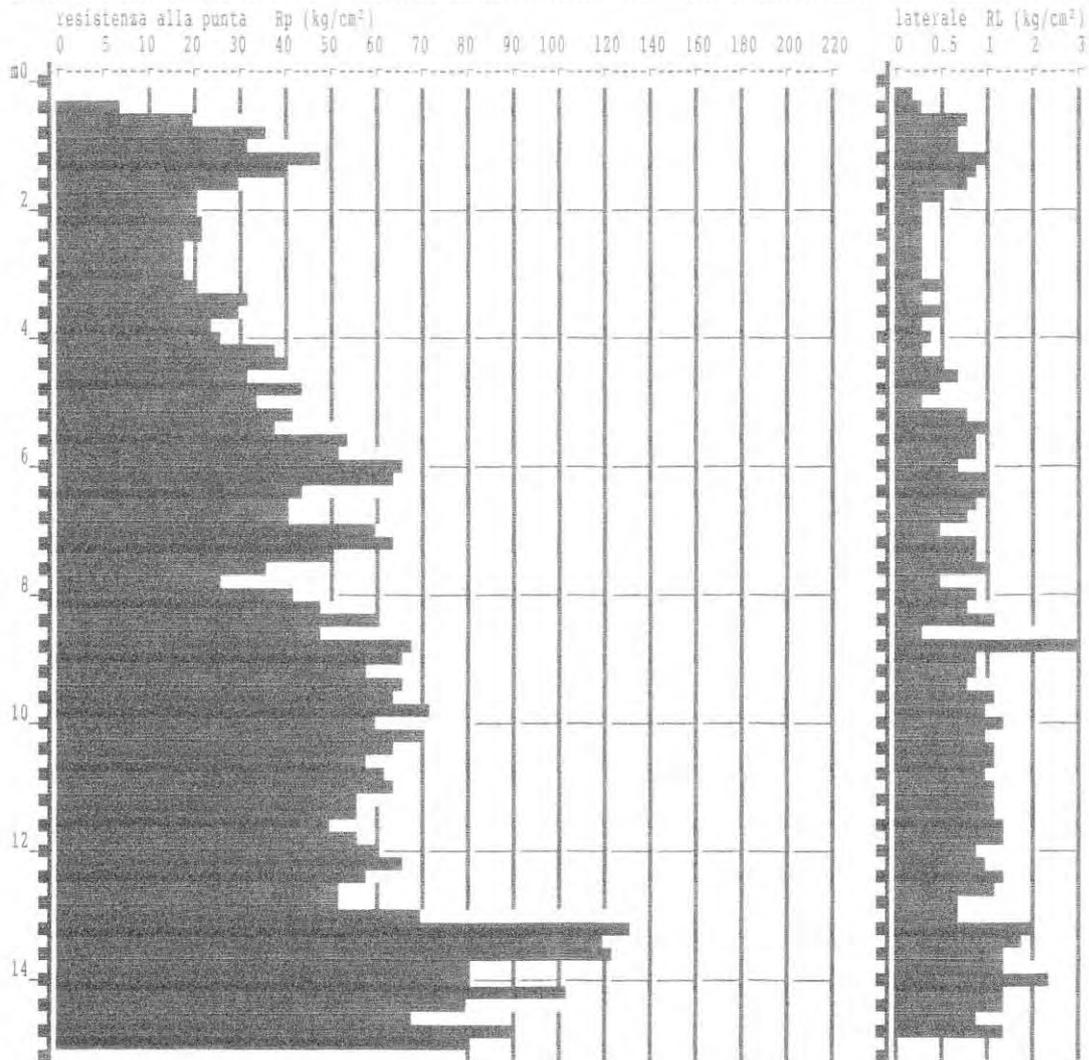
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 9
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RL-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.20 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



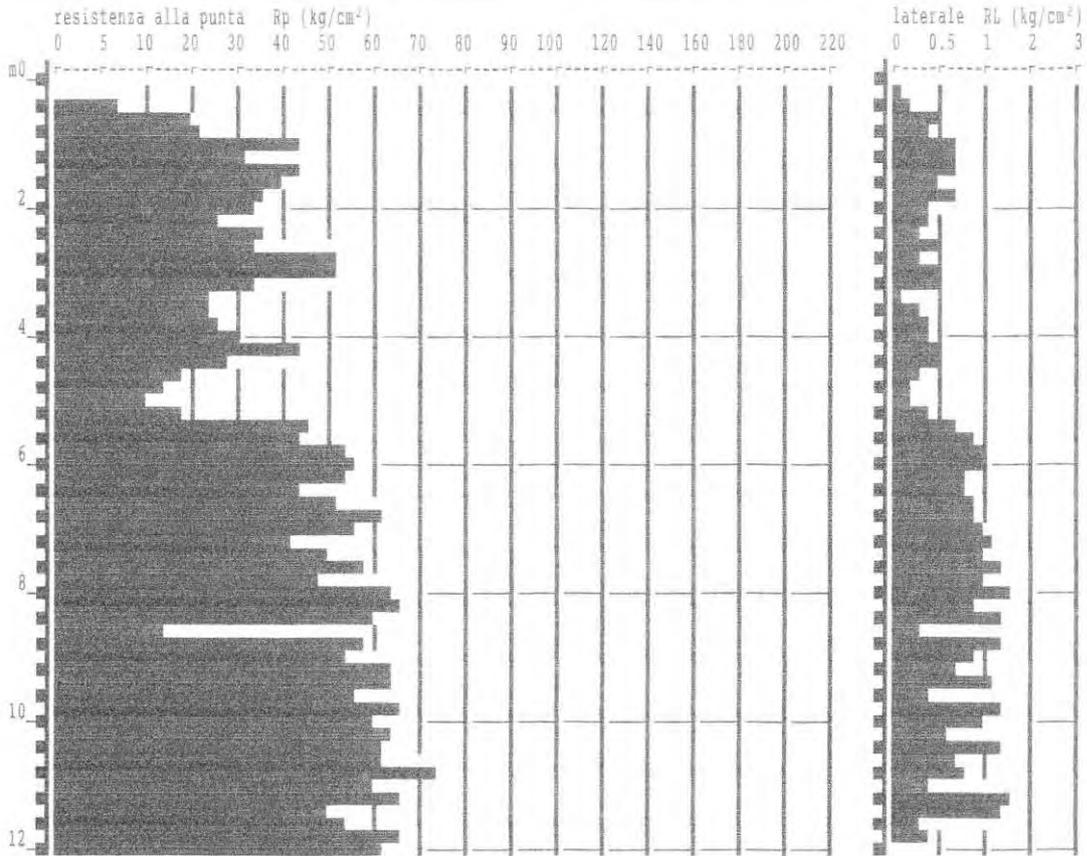
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 10
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
quota inizio : p.c.
prof. falda = 2.25 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



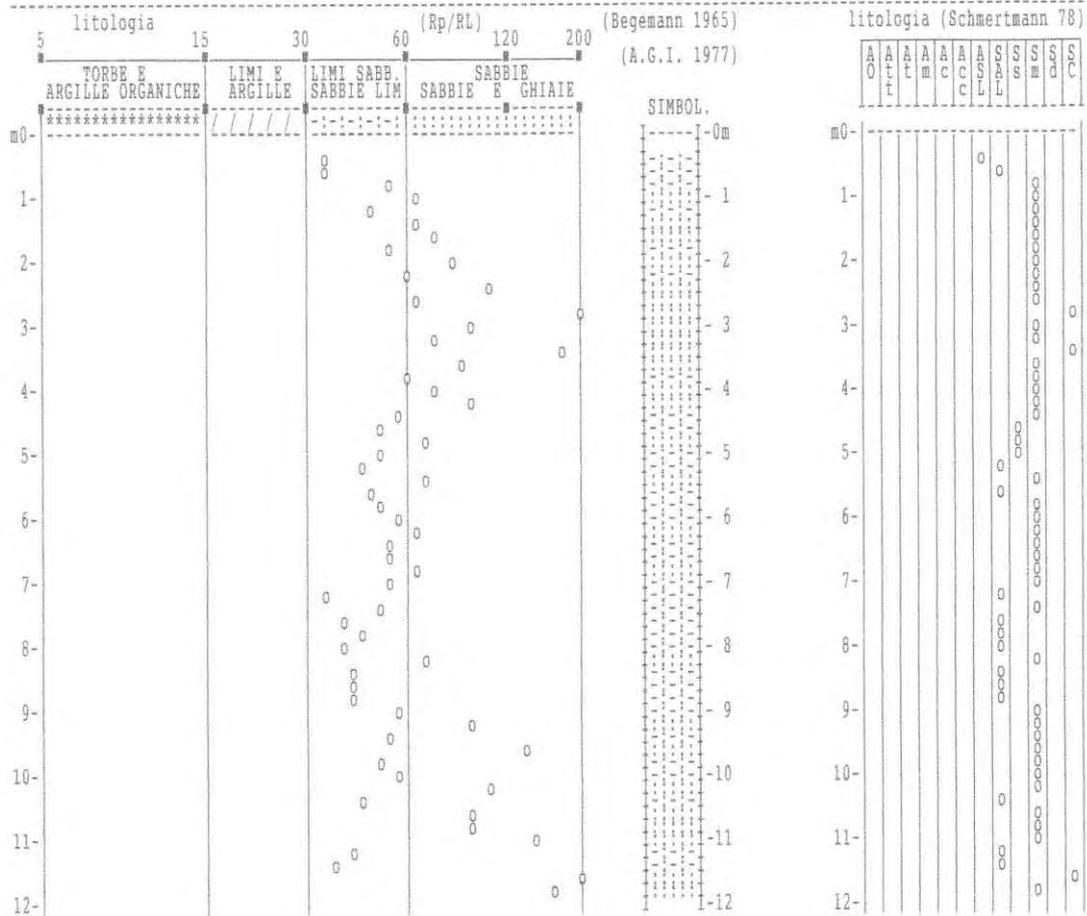
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 10
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 31-10-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



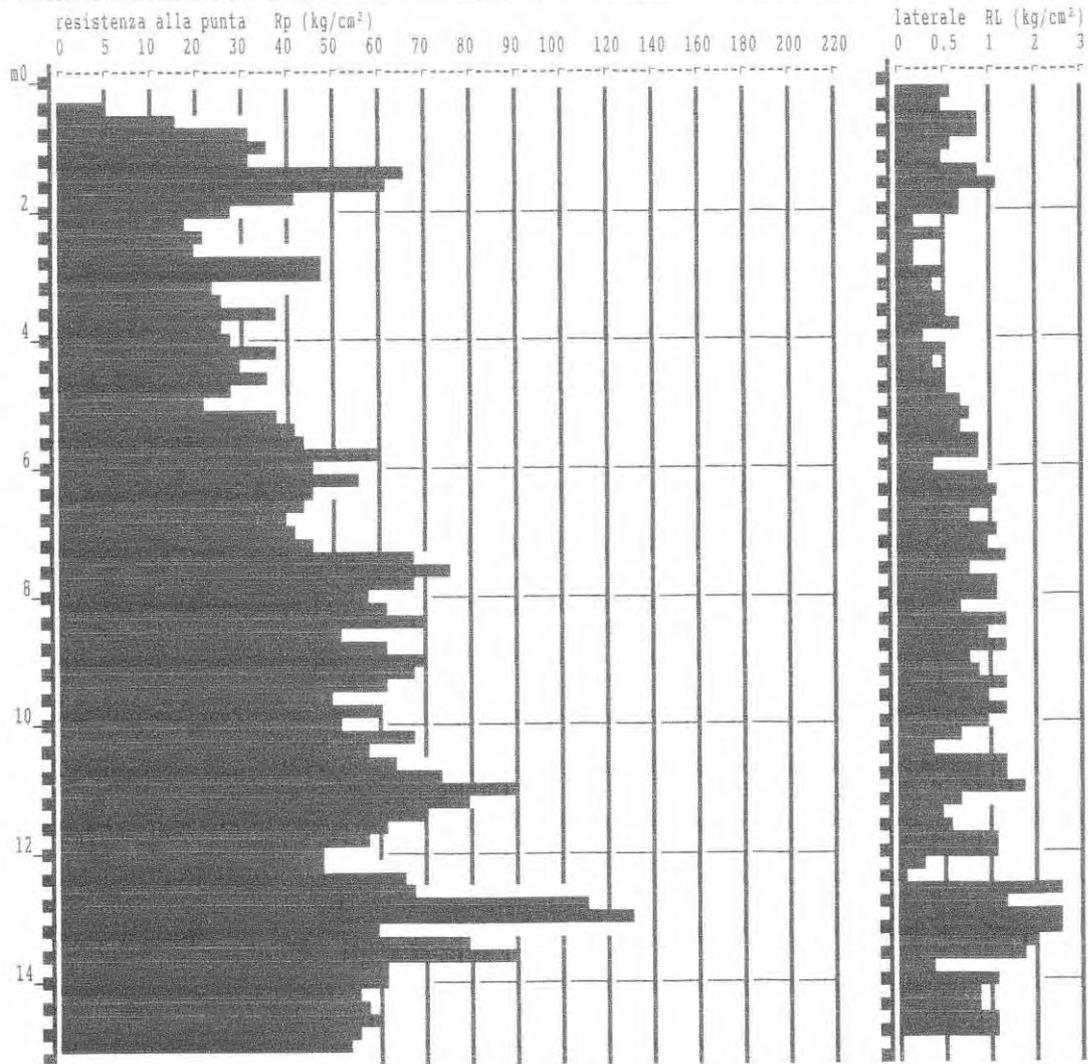
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 11
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



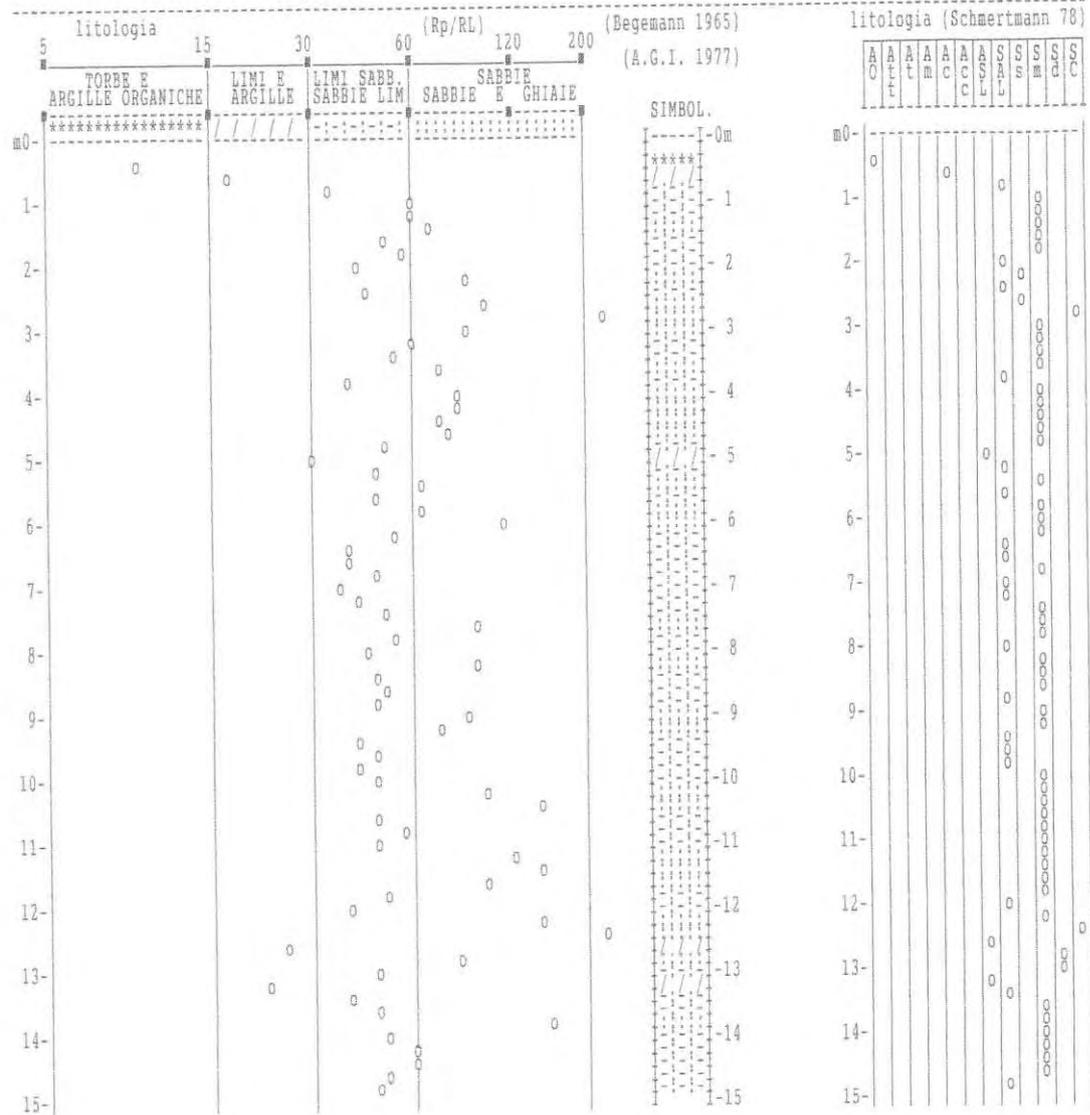
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 11
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



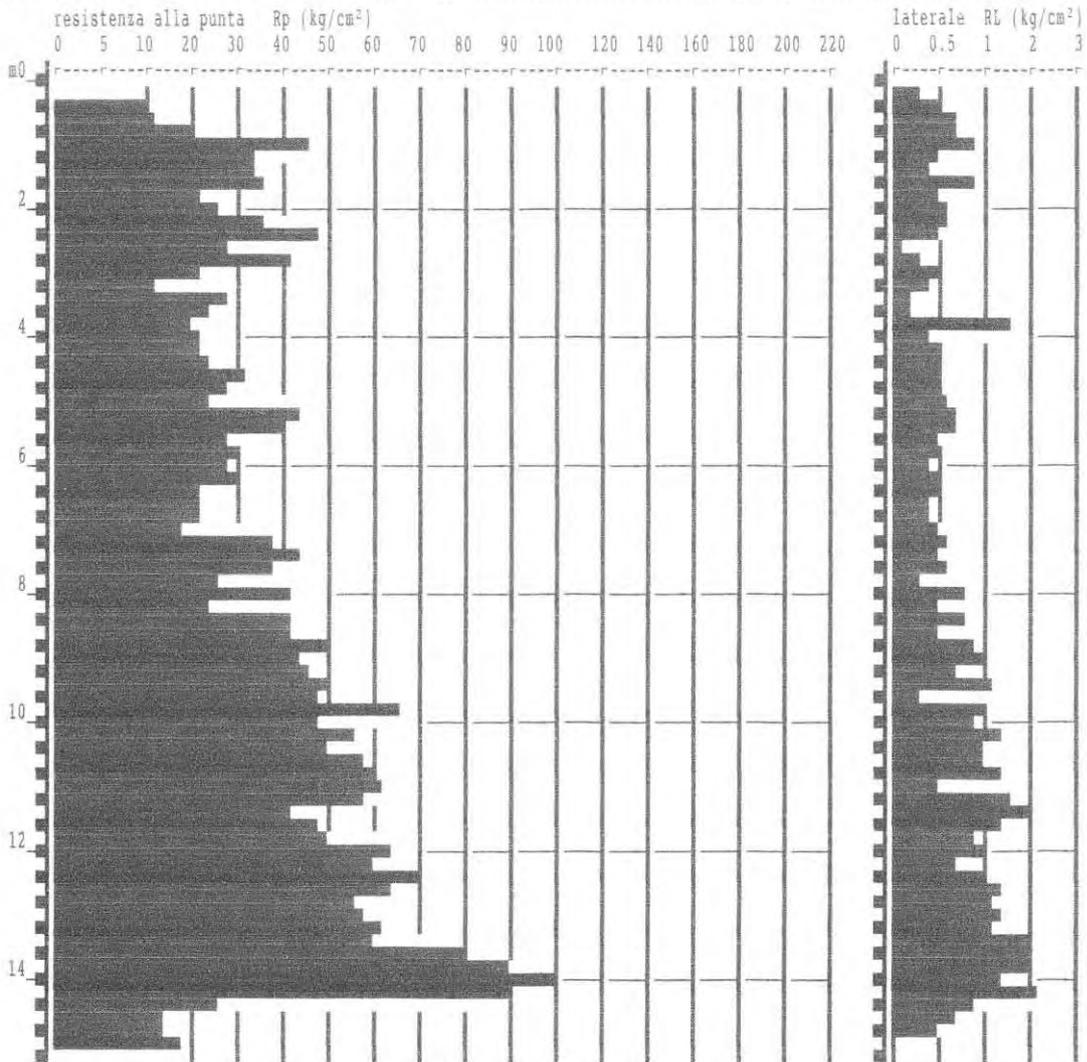
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 12
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

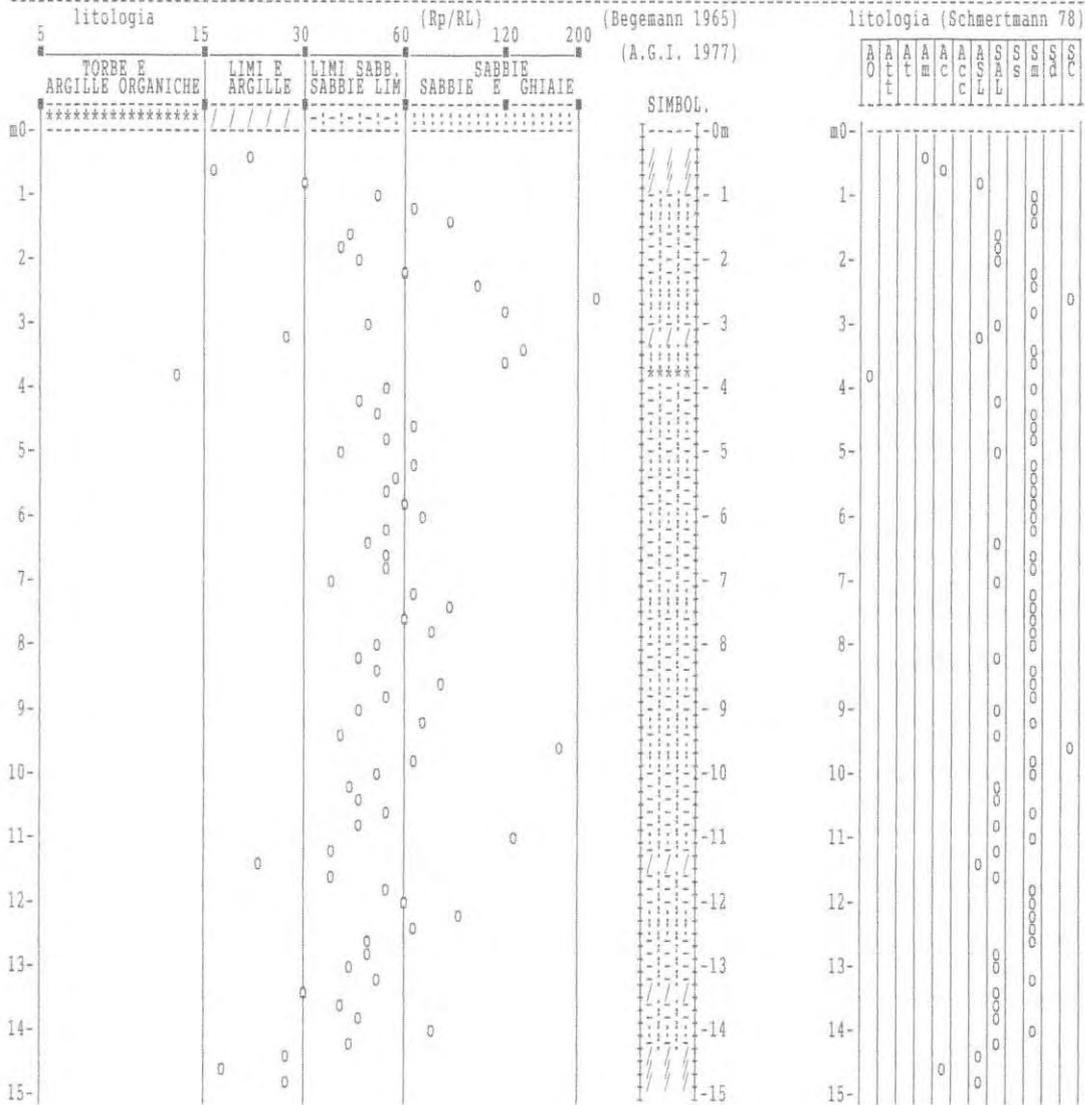
Rifer. : 46-2002

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 12
RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
quota inizio : p.c.
prof. falda = 2.25 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



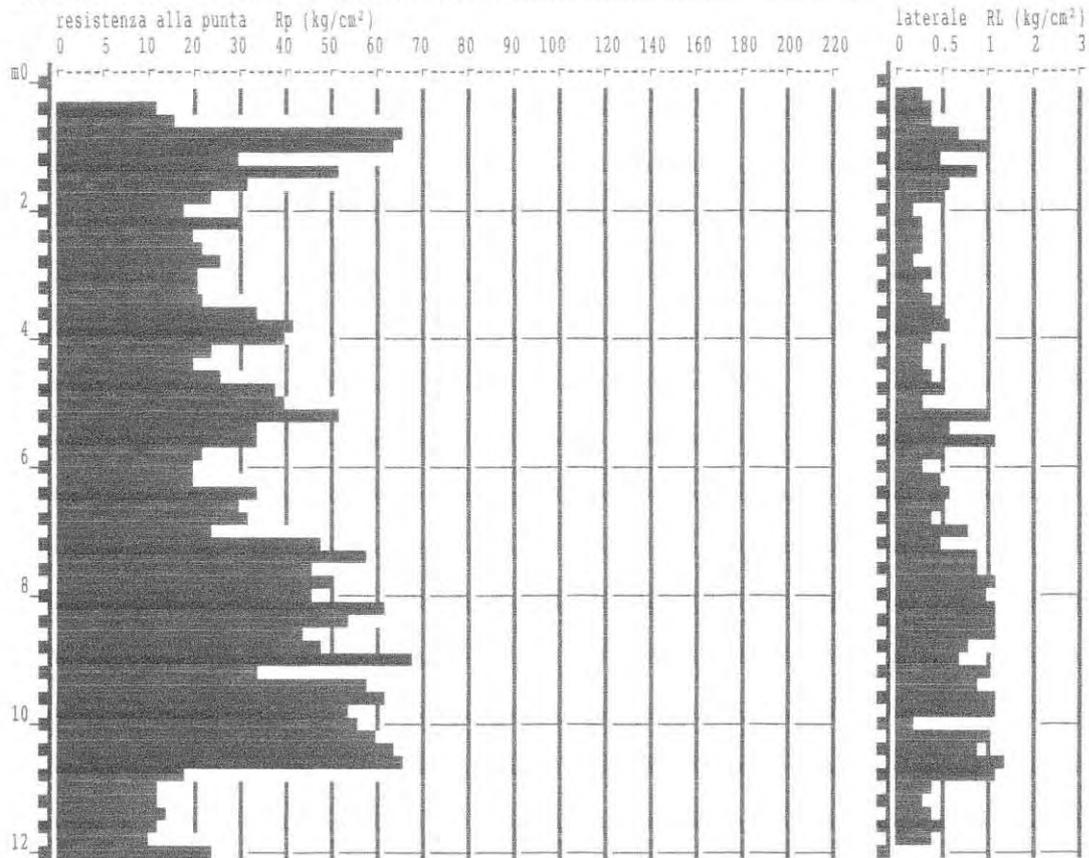
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 13
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



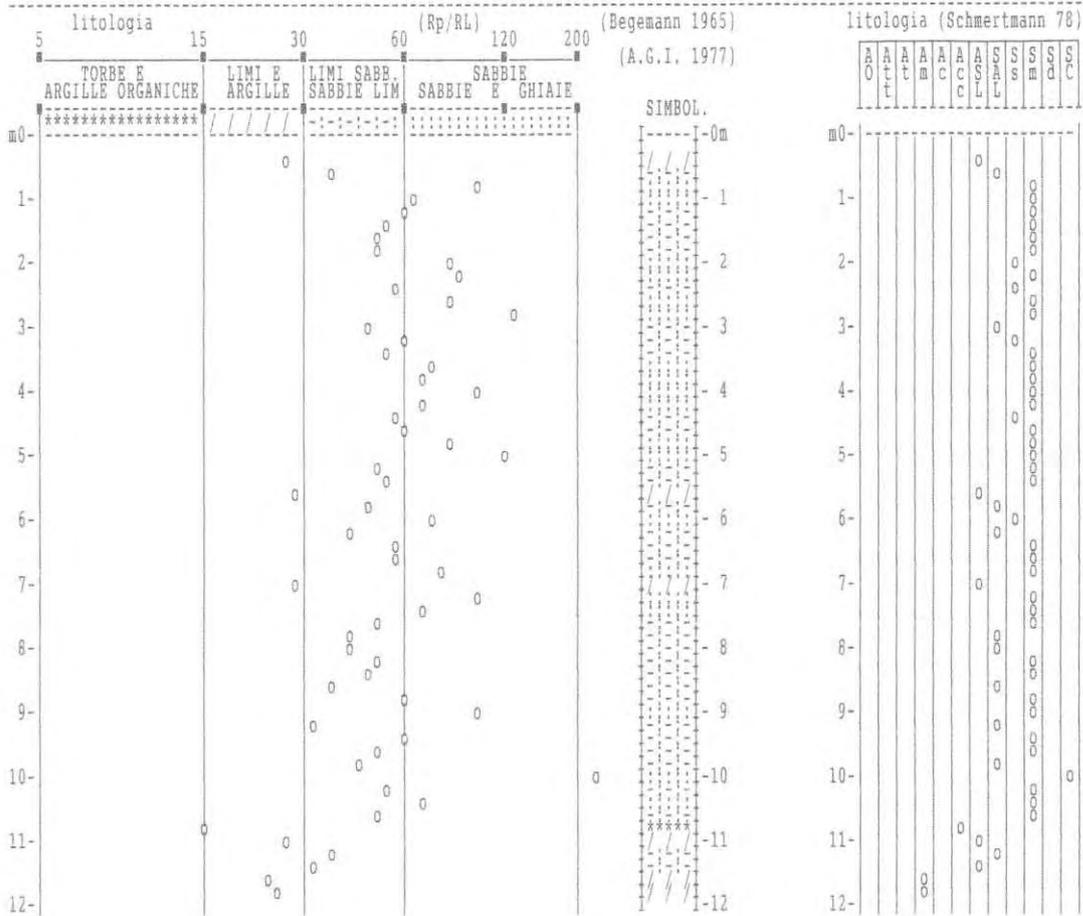
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 13
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2,25 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

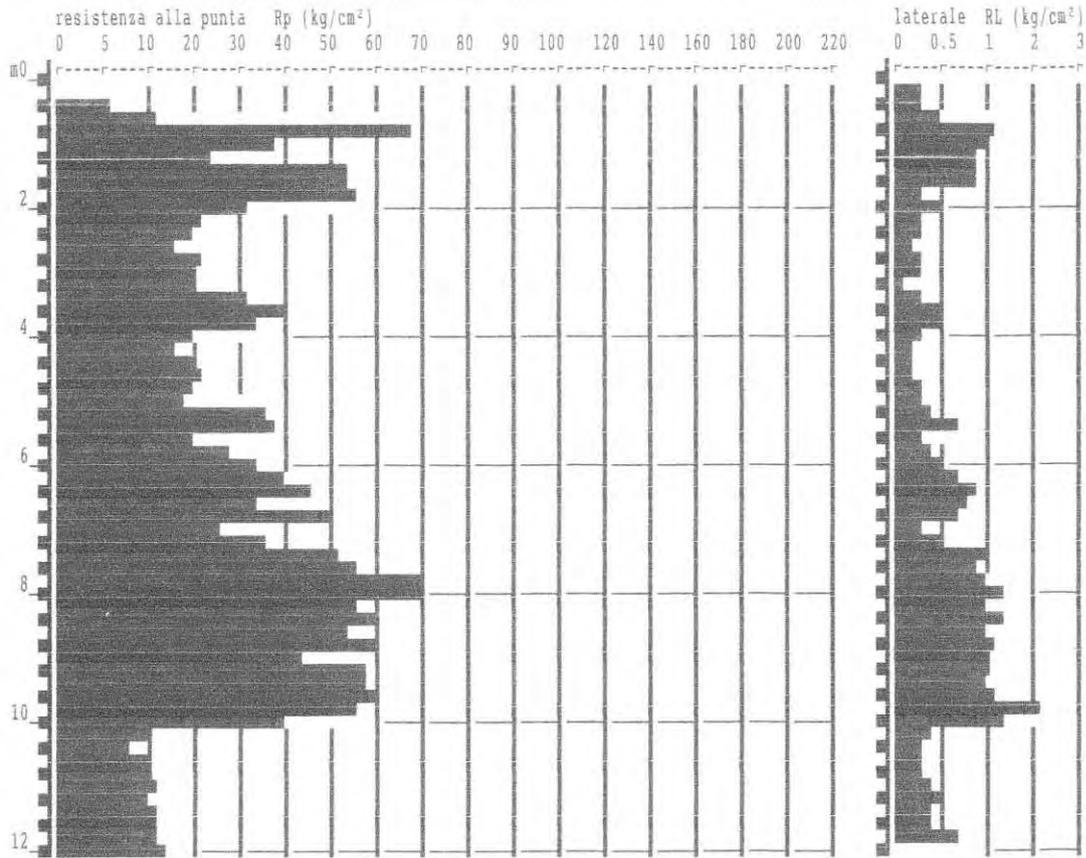
Rifer. : 46-2002

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

CPT 14
R2-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
quota inizio : p.c.
prof. falda = 2.40 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



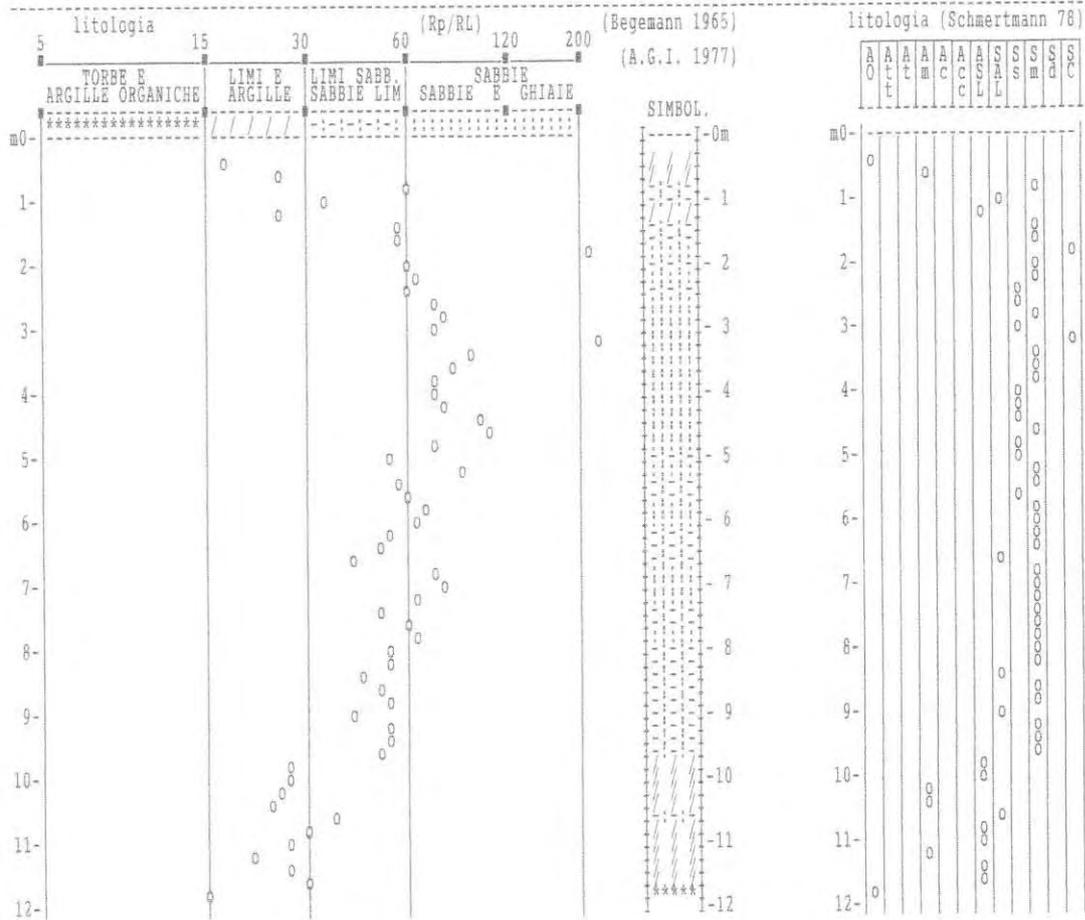
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 14
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.40 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



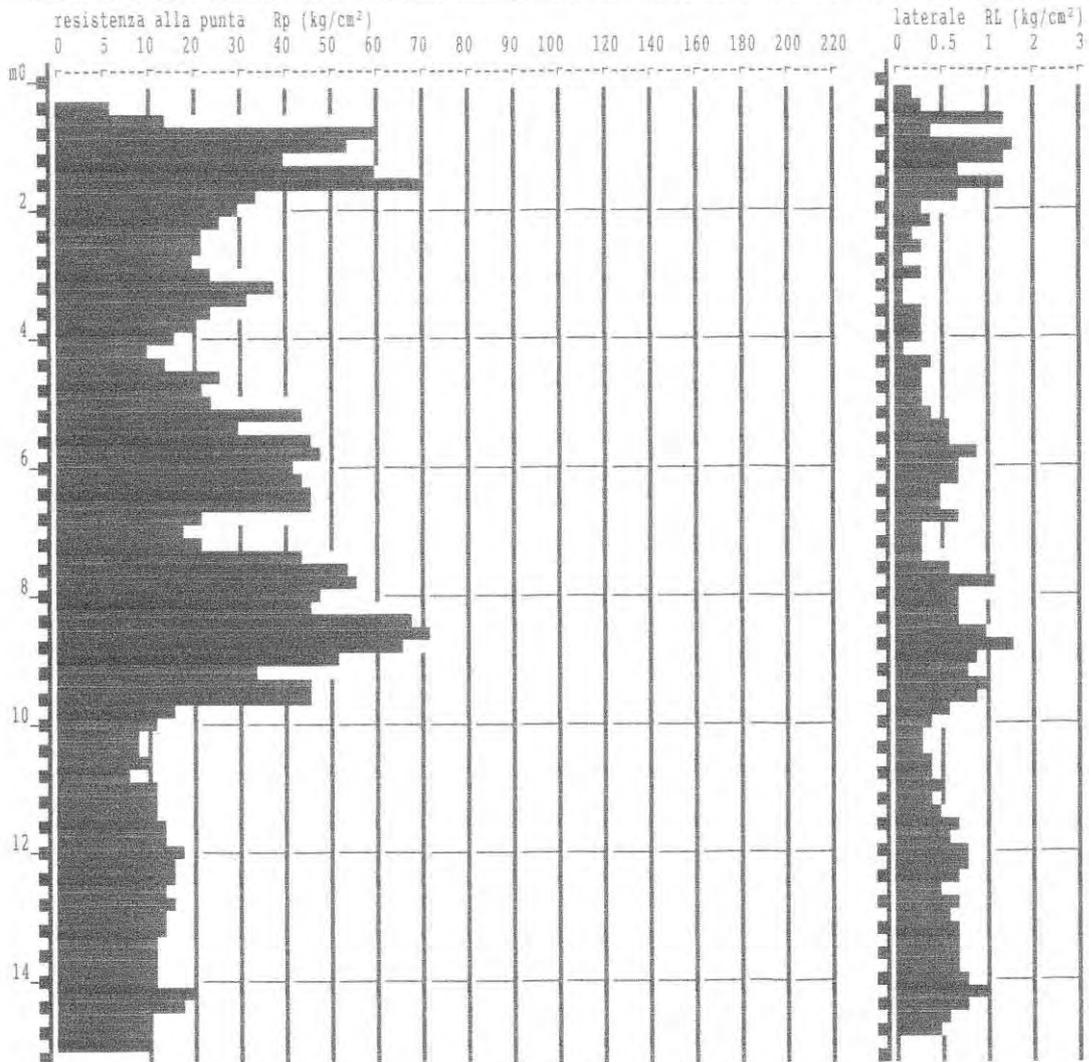
Studio Geologico E D I L G E O - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 15
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.45 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



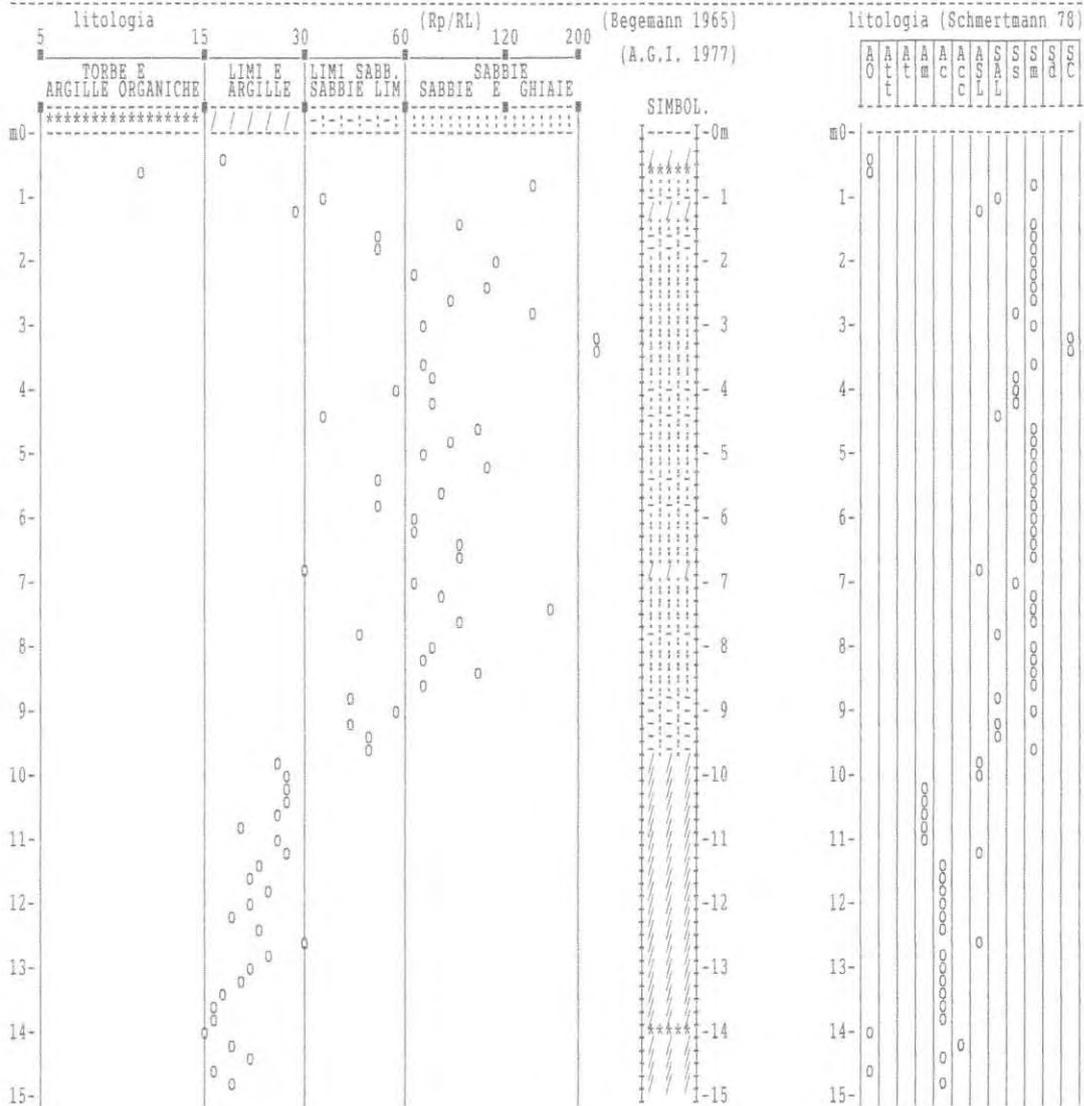
Studio Geologico EDILGEO - Ferrara

Rifer. : 46-2002

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 15
VALUTAZIONI LITOLOGICHE RZ-GP-89

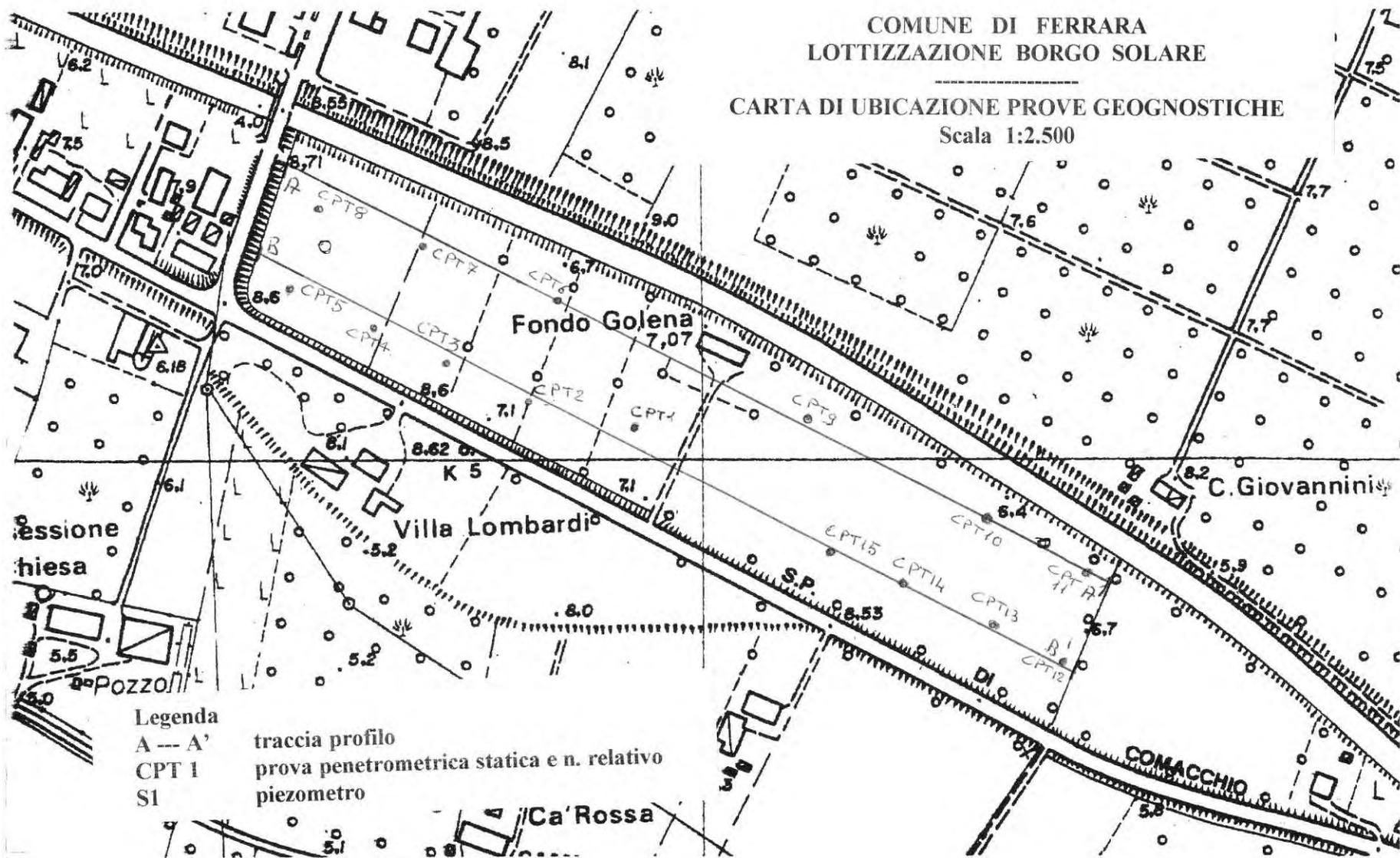
PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
 Committente : Gambale Immobiliare -Mirabello FE
 Località : Ferrara Cocomaro di Cona

data : 04-11-2002
 quota inizio : p.c.
 prof. falda = 2.45 m da quota inizio
 scala profondità = 1 : 100



COMUNE DI FERRARA
LOTTIZZAZIONE BORGO SOLARE

CARTA DI UBICAZIONE PROVE GEOGNOSTICHE
Scala 1:2.500



- Legenda
- A -- A' traccia profilo
 - CPT 1 prova penetrometrica statica e n. relativo
 - SI piezometro

