

lavoro

**Prolungamento di Via Franklin
tra SP72 Parma-Mezzani
e SP62R della Cisa**

fase
progettuale

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO - ECONOMICA**

elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

progettisti

DOTT. ING. MARCO PEDRINI
Via Pelacani 5 - Parma
mail info@pedrinistudio.it
tel. 0521 499309

DOTT. ING. MARCO PETROLINI
via Sandro Pertini 12/a - Parma
mail info@petrolinistudio.it
tel. 0521 463882

DOTT. ING. CRISTIAN BOTTI
Via Pizzolese 2 - Parma
mail cristianbotti@gmail.com
tel. 0521 1581838

**DOTT. ING. Iunior MATTEO CHIONNA
CASTELLI GADOLINI**
Strada Due Castagne 33 – Parma
mail mchionna87@gmail.com
tel. 345 9000716

Prima emissione

SETTEMBRE 2024

Seconda emissione

SETTEMBRE 2025

Dimensione

A4

Elaborato n°

B.01

**PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI PARMA
COMUNE DI SORBOLO MEZZANI**

***Studio geologico e sismico di fattibilità ed analisi geotecnica preliminare,
propedeutico al progetto edilizio per la realizzazione del nuovo asse viario S.P. 72
Parma – Sorbolo Mezzani – S.P. 63 R della Cisa da Via Franklin (Parma) a Via
Caduti del Lavoro (Sorbolo)***

Analisi geologica e geotecnica:

MaC Studio Tecnico e Geologico
CO WORKING

Dott. Geol. Geom. Luca Calzolari - Geologo

Via Cotti, 13 – 43035 Felino (PR)

E-mail info@studiomac.it

PEC luca.calzolari@pec.epap.it

Luglio, 2024



Dott. Geol. Luca Calzolari

SOMMARIO:

1. PREMESSA	5
2. UBICAZIONE OPERA IN PROGETTO.....	6
PARTE I – STUDIO GEOLOGICO	10
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO	11
4. IDROGEOLOGIA	14
5. ASSETTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOSTRATIGRAFICO LOCALE.....	17
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE (Prove penetrometriche C.P.T.– Allegato 1).....	19
7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI.....	20
Modello geomeccanico e litostratimetrico	20
PARTE II – STUDIO SISMICO	22
8. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	22
Zonizzazione sismogenetica.....	22
Sismicità del territorio	23
Classificazione sismica comunale	26
9. AZIONE SISMICA	28
Premessa.....	28
Parametri di riferimento rigido orizzontale	28
Risposta sismica locale – EFFETTO DI SITO –.....	31
Parametri di classificazione e determinazione delle categorie di sottosuolo.....	32
Condizioni topografiche.....	33
INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TECNICA “MASW”	34
Caratteristiche generali dell'indagine	34
Strumentazione impiegata	34
10. SINTESI DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI III LIVELLO – COMUNE DI PARMA	36
11. SINTESI DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO – COMUNE DI SORBOLO MEZZANI.....	37
12. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	38
PARTE III – STUDIO GEOTECNICO PRELIMINARE	40
13. CALCOLO PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE	40
14. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO	43
<i>Valutazione teorica del coefficiente di sottofondo – Metodo di Terzaghi</i>	<i>43</i>
<i>Valutazione teorica del coefficiente di sottofondo in condizioni statiche – Metodo di Bowles</i>	<i>44</i>
15. CONCLUSIONI	45
Studio geologico.....	45
Studio sismico	47
Studio geotecnico preliminare	49

Tavole ed Allegati

TAVOLA I	Stralcio Carta Topografica Regionale	1:25.000 (modificata)
TAVOLA II	Stralcio Carta Tecnica Regionale	1:5.000 (modificata)
TAVOLA III	Stralcio planimetrico Catastale	1:2.000 (modificata)
TAVOLA III bis	Stralcio planimetrico Catastale	1:2.000 (modificata)
TAVOLA IV	Stralcio Carta Geologica d'Italia	1:100.000(modificata)
TAVOLA IV bis	Stralcio Carta Geologica Regione Emilia Romagna	1:10.000 (modificata)
TAVOLA V	Stralcio del RUE del Comune di Parma	1:5.000 (modificata)
TAVOLA VI	Stralcio del PSC del Comune di Parma – Permanenze culturali, storiche e paesaggistiche da valorizzare	1:5.000 (modificata)
TAVOLA VII	Stralcio del PSC del Comune di Parma – Persistenze del paesaggio storico da valorizzare	
TAVOLA VIII	Stralcio del PSC del Comune di Parma – Rispetti e limiti all'edificabilità dei suoli e alla trasformazione degli insediamenti	
TAVOLA IX	Stralcio del PSC del Comune di Sorbolo Mezzani – Ambiti e trasformazioni territoriali e tutele ambientali e storico culturali	1:5.000 (modificata)
TAVOLA X	Stralcio del PSC del Comune di Parma – Rischio idraulico	
TAVOLA XI	Stralcio PTCP Tutela Ambientale, Paesistica e Storico Culturale	1:25.000 (modificata)
TAVOLA XII	Stralcio Carta Idrogeologica della Pianura e dei Sistemi Idrogeologici dell'Appennino Parmense	1:100.000 (modificata)
TAVOLA XIII	Stralcio Carta del PGRA – Tavola delle Pericolosità	
TAVOLA XIII bis	Stralcio Carta del PGRA – Tavola del Rischio	
TAVOLA XIV	Stralcio Carta delle indagini – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XV	Stralcio Carta delle indagini – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XVI	Stralcio Carta frequenza naturale dei terreni – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XVII	Stralcio Carta frequenza naturale dei terreni – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XVIII	Stralcio Carta microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XIX	Stralcio Carta microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XX	Stralcio Carta velocità delle onde di taglio S – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXI	Stralcio Carta velocità delle onde di taglio S – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)

TAVOLA XXII	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-PGA – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXIII	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-PGA – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXIV	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-SA 0.1_0.5 s – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXV	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA 0.1_0.5 s – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXVI	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-SA 0.4_0.8 s – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXVII	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA 0.4_0.8 s – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXVIII	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-SA 0.7_1.1 s – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXIX	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA 0.7_1.1 s – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXX	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA-SA 0.5_1.5 s – Comune di Parma	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXXI	Stralcio Carta microzonazione sismica – FA 0.5_1.5 s – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXXII	Stralcio Carta Geologico Tecnica – Comune di Sorbolo Mezzani	1:10.000 (modificata)
TAVOLA XXXIII	Stralcio ripresa aerofotogrammetrica	
TAVOLA XXXIV	Pericolosità sismica locale - Parma	
TAVOLA XXXIV bis	Pericolosità sismica locale - Parma	
TABELLA I	Fondazioni Superficiali (Terzaghi)	
TABELLA II	Fondazioni Superficiali (Meyerhof)	
TABELLA III	Fondazioni superficiali (Brinch-Hansen)	
TABELLA IV	Calcolo del coefficiente del sottofondo	
Allegato 1	Prove penetrometriche statiche (CPT) (giugno 2021)	
Allegato 2	Report Masw	
Allegato 3	Cross Section	

1. PREMESSA

Al fine della stesura del presente elaborato è stata effettuata un'indagine geologico-tecnica propedeutica al progetto per la realizzazione del nuovo asse viario S.P. 72 Parma-Sorbolo Mezzani S.P. 63 R della Cisa da Via Franklin (Parma) a Via Caduti del Lavoro (Sorbolo).

Normativa di riferimento:

- D.M. LL.PP. 11/03/88 – “Norme Tecniche riguardanti le indagini...” G.U. Rep. Ita. N° 127 del 1/06/88;
- Circ LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988 "Istruzione per l'applicazione del D.M. 11-03-1988";
- D.M. LL.PP. 16/01/96 – “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche” G.U. Rep. Ita. N° 29 del 5/02/96;
- L.R. Regione Emilia Romagna n°20/2000 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.C.M. n° 3274 del 20/02/03 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica ...” G.U. Rep. Ita. N° 252 del 29/10/03;
- Linee Guida AGI, 2005 (ed. provv.) – “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica” del marzo 2005;
- Del. di Giunta Regionale n. 1677/2005;
- Ass. Lgs. Regione Emilia-Romagna – Oggetto 2131 – Approvazione atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 “Disciplina ...” in merito a “Indirizzi per gli studi ... territoriale ed urbanistica” (Proposta della giunta regionale in data 10 gennaio 2007, n°1)
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale – Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ 21 gennaio 2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

Lo studio verrà articolato in tre distinte parti (ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni):

1. lo **studio geologico (caratterizzazione e modellazione geologica del sito)**, volto a definire:
 - la caratterizzazione morfologica della zona, i lineamenti geomorfologici e la loro tendenza evolutiva, i caratteri litologici, stratigrafici e strutturali, il grado di alterazione, la degradabilità dei terreni e la pericolosità geologica del territorio;
 - lo schema idrologico definendo la posizione e le caratteristiche delle eventuali falde idriche presenti;
 - le proprietà fisico-meccaniche dei principali tipi di terreno presenti (mediante l'individuazione di unità geologico-tecniche locali);

2. lo **studio sismico**, volto a definire:
 - i parametri sismici di riferimento per il sito;
 - la categoria sismica del suolo di fondazione;
 - la stima dell'azione sismica di progetto e della pericolosità sismica del sito (definita sulla base degli spettri di risposta elastici e dei valori di accelerazione massima attesa) per i diversi stati limite prescritti dalla vigente normativa;
 - la stima preliminare del potenziale di liquefazione;
3. lo **studio geotecnico preliminare (metodo alle tensioni ammissibili)**, atto a costituire solo un riferimento per il progettista strutturale al fine di poter inquadrare il contesto indagato secondo le metodologie precedentemente utilizzate, definendo gli eventuali problemi geotecnici emersi, permettendo la programmazione di ulteriori indagini.

Tali studi, realizzati sulla scorta delle informazioni preliminari ipotizzabili circa le strutture in ambito di progetto (tipologia, dimensioni, stima dei carichi di progetto), a compendio delle conoscenze e dell'esperienza del Geologo, forniranno:

- la stima preliminare del carico limite;
- la stima del valore del coefficiente di sottofondo.

La relazione geotecnica e le verifiche di sicurezza nei confronti dei vari stati limite (metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali) verranno prodotte in conformità a quanto previsto dalle NTC '18, a seguito della definizione dei valori di progetto dell'effetto delle azioni (Ed), valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico così come definite dal progettista strutturale.

Si è provveduto all'esecuzione della seguente relazione nel mese di luglio 2024.

2. UBICAZIONE OPERA IN PROGETTO

L'area interessata dal progetto di costruzione della nuova viabilità si sviluppa per una fascia di lunghezza pari a circa 2800 metri; il tratto ovest, a partire da via Franklin, ricade per circa 1380 metri all'interno del territorio comunale di Parma, mentre la porzione restante, che si sviluppa verso est fino a raggiungere Via Caduti del Lavoro, attraversa territori appartenenti al Comune di Sorbolo (PR). L'area di intervento, avente un'altitudine media di circa 30 m s.l.m., è classificabile come bassa pianura parmense, e grazie alla buona fertilità dei suoli ed alla morfologia pianeggiante è intensamente utilizzata ai fini agricoli (la forma principale di uso del suolo è quella dei seminativi).

L'area è censita al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Parma, Sezione B:

Foglio 28 - Mappali 145, 148, 151;

Foglio 29 - Mappali 62,65.

L'area è censita al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Sorbolo, Sezione A:

Foglio 30 - Mappali 130, 133, 138;

Foglio 36 - Mappale 482;

Foglio 37 - Mappali 364, 367, 370, 373, 377, 380, 383, 386, 389.

La porzione di area di studio, ricadente all'interno del Comune di Parma, è inserita, secondo il RUE, in *"Zona agricola ZEP"* (art. 3.2.2. – RUE) e in *"Viabilità di progetto"* (art. 3.3.1. – RUE) (Tavola V). Nella stessa, si individuano aree di valorizzazione del paesaggio, tra cui *"Segmenti stradali paesaggisticamente da tutelare (PTCP, art. 19; PSC)"* (art. 5.33 – PSC e art. 6.2.8. – RUE) e *"Dossi (PTCP, art. 15)"* (art.5.34 – PSC e art. 6.2.10 – RUE) (Tavola VI). Si identificano, inoltre, elementi del paesaggio storico *"Canali storici interrati in area urbana (PSC)"* (art. 5.38 – PSC e art. 6.3.7 – RUE) (Tavola VII). All'interno della stessa porzione dell'area, sono presenti impianti tecnologici, come *"Elettrodotti a media tensione"* (art. 8.3 – PSC e art. 6.6.2 – RUE), *"Corridoi di fattibilità degli elettrodotti"* (art. 8.3 – PSC e art. 6.6.2 – RUE) e ricade in infrastrutture per la mobilità *"Strada extraurbana secondaria - C"* (art. 8.1 – PSC e art. 3.3.2 – RUE) (Tavola VIII). La porzione ricadente nel Comune di Sorbolo Mezzani, rientra all'interno di *"Aa.3 - Ambiti agricoli periurbani di livello comunale"*, in *"Viabilità di interesse sovracomunale (variante SP 62)"* e in *"Viabilità comunale di progetto"* (Tavola IX).

Come anzi detto il presente studio si pone a corredo al progetto per la realizzazione del nuovo asse viario S.P. 72 Parma – Sorbolo Mezzani S.P. 63 R della Cisa da Via Franklin (Parma) a Via Caduti del Lavoro (Sorbolo).



Fotografia 1-int – Vista porzione occidentale



Fotografia 2-int – Vista porzione occidentale



Fotografia 3-int – Vista porzione orientale



Fotografia 4-int – Vista porzione orientale

PARTE I – STUDIO GEOLOGICO

Dopo una fase preliminare che ha permesso l'inquadramento geologico e la caratterizzazione geomorfologica dei terreni, si è proceduto alla caratterizzazione dei suoli di fondazione facendo riferimento ai risultati delle prove presenti nella relazione geologico tecnica e sismica redatta dal Geol. Franco Giumelli nel giugno del 2011. In tale occasione, erano state eseguite N° 9 prove penetrometriche statiche, distribuite lungo il percorso in corrispondenza dei punti in cui sorgeranno: il manufatto scatolare in corrispondenza del Canale Naviglio e le rotonde in corrispondenza delle intersezioni tra il nuovo asse e le strade di viabilità secondaria.

Si specifica come le indagini geognostiche siano state spinte a tale profondità in relazione alla necessità di investigare il cosiddetto "volume significativo", inteso come il volume interessato dalla trasmissione dei carichi dell'opera esistente, così come definito dalle raccomandazioni AGI 1975 inerenti la programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche nonché al punto "B3", lettera "B" del succitato D.M. 11/03/1988 e all'art. 7.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018.

La quota raggiunta permette infatti di ipotizzare entro l'intervallo indagato, una completa dissipazione dei carichi.

In aggiunta alle indagini geognostiche precedentemente svolte, sono state realizzate indagini geofisiche sito specifiche mediante tecnica MASW, al fine di ottenere una stratigrafia interpretativa fino alla quota di oltre 30 metri dall'attuale piano campagna, al fine di caratterizzare il "sito" in accordo con quanto previsto dal D.P.C.M 3274 e dalle "Norme tecniche per le costruzioni" – DM. 17/01/2018.

Per una definizione a più ampia scala del comparto dal punto di vista sismico, in aggiunta ai dati geofisici sito specifici acquisiti, si sono utilizzati gli studi di micro-zonazione sismica di terzo livello disponibili per il territorio del Comune di Parma e del Comune di Sorbolo Mezzani (Tavole da XIV a XXXII).

Per una maggior caratterizzazione stratigrafica dell'area è stata ricostruita una cross-section (sezione A-A') orientata NO-SE tramite le informazioni ottenute dalle nove prove penetrometriche effettuate nel 2011 (Allegato III).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

L'Appennino Settentrionale risulta dalla sovrapposizione tettonica di due grandi insiemi, diversi per litologia, struttura ed origine paleogeografica: un Insieme Esterno Umbro-Toscano ed un insieme Interno Ligure-Emiliano.

L'insieme Esterno è costituito essenzialmente da uno zoccolo continentale appartenente alla Placca Apula su cui poggiano, anche se scollate e deformate, le successioni mesozoico-terziarie che ne rappresentano l'originale copertura sedimentaria.

L'Insieme Interno consta di una serie di unità tettoniche che, per la presenza di ofioliti (rocce ignee tipiche della litosfera oceanica) si sono invece originate in un oceano estendendosi eventualmente anche sulla parte più assottigliata dei margini continentali adiacenti. Queste unità hanno comunque abbandonato il loro substrato originario che è scomparso in subduzione, per sovrascorrere da ovest verso est (vergenza appenninica) sull'Insieme Esterno, che ha avuto ruolo di avampaese, costituendo perciò una coltre alloctona.

L'insieme Interno comprende due domini detti rispettivamente Ligure Interno e Ligure Esterno (Liguridi), separati da un contatto tettonico lungo il quale il primo si accavalla sul secondo, poggiando per il resto anche sulla Falda Toscana con la sola interposizione dell'Unità di Canetolo. Pur essendo entrambe caratterizzati dalla presenza di ofioliti, queste assumono un differente significato. Mentre nelle Liguridi Interne hanno caratteristiche sicuramente oceaniche (le maggiori masse ofiolitiche si trovano ancora in posizione primaria alla base della successione sedimentaria) nelle Liguridi Esterne non si conoscono ofioliti che costituiscano sicuramente la base della successione, ma compaiono invece come masse scivolte in gran parte nel bacino di sedimentazione ligure del Cretacico superiore e pertanto intercalate in quei sedimenti. Tali depositi rimaneggiati sono un indizio della vicinanza di un rilievo oceanico tettonicamente attivo situato verosimilmente fra Ligure Interno ed Esterno. A questo rilievo ipotetico (Cretacico superiore) che avrebbe in qualche modo separato i due domini è stato dato il nome di "Ruga del Bracco".

Il Dominio Ligure Esterno comprende esclusivamente unità alloctone che hanno abbandonato il loro substrato originario e risultano abitualmente distinti nei *Complessi di base* di età per lo più compresa tra l'Albiano ed il Campaniano inferiore e delle formazioni torbiditiche a dominante calcarea conosciute come flysch ad elmintoidi (Campaniano-Paleocene). Questi nella sola fascia esterna sono seguite da altri flysch anch'essi calcarei, di età paleocenico-eocenica.

L'area oggetto di studio ricade nel Dominio Ligure Esterno ed in particolare nella zona più esterna chiamata anche "Emiliana" caratterizzata dalla comparsa di unità tettoniche (M. Caio, Solignano, M. Cassio, ecc.) in cui i clasti ofiolitici diventano una componente occasionale o sono addirittura assenti. Nei "Complessi di base" compaiono invece estese formazioni terrigene silicoclastiche, quali le Arenarie di Ostia, di Scabiazza, le Argille di San Siro, di provenienza continentale. Infine, mentre nella zona più interna (sempre del Dominio Ligure Esterno) la sedimentazione termina con il flysch ad elmintoidi alla fine del Maastrichtiano o all'inizio del Paleocene, nella Zona Emiliana la successione si completa con potentissimi flysch paleocenico-eocenici che, dopo essersi parzialmente sedimentati sul flysch ad elmintoidi, sono stati in buona parte scollati per costruire unità a sé stanti (M. Sporno, Farini d'Olmo, Val Luretta, ecc.) (Fig.re 1 e 2 int.)

A partire dal Miocene superiore sul versante padano continua la compressione con la migrazione verso nord, nord-est del fronte di accavallamento appenninico, con la formazione di bacini fluvio-lacustri plio-pleistocenici. Le successioni sedimentarie di tutti questi bacini, sono

molto simili e costituite da depositi detritici. Esse cominciano sempre con peliti basali grigio-azzurre contenenti livelli ligniferi seguiti da sabbie e conglomerati, mostrando così una stessa tendenza evolutiva, da una fase francamente lacustre e/o palustre ad una di piana alluvionale intermontana.

Sul quaternario marino si verifica in questo modo (netta discordanza angolare) la deposizione dei sistemi deposizionali fluviali del Mindel, del Riss e del Wurm, cui succedono le alluvioni medie e recenti.

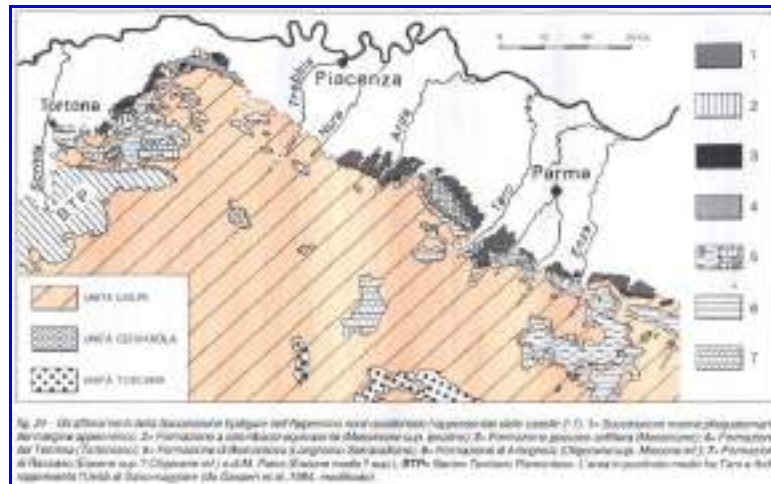


Figura 1 int - Rapporti tra Insieme Interno (o Dominio) Liguree la Successione Epiligure (G. Papani e L. Vernia)

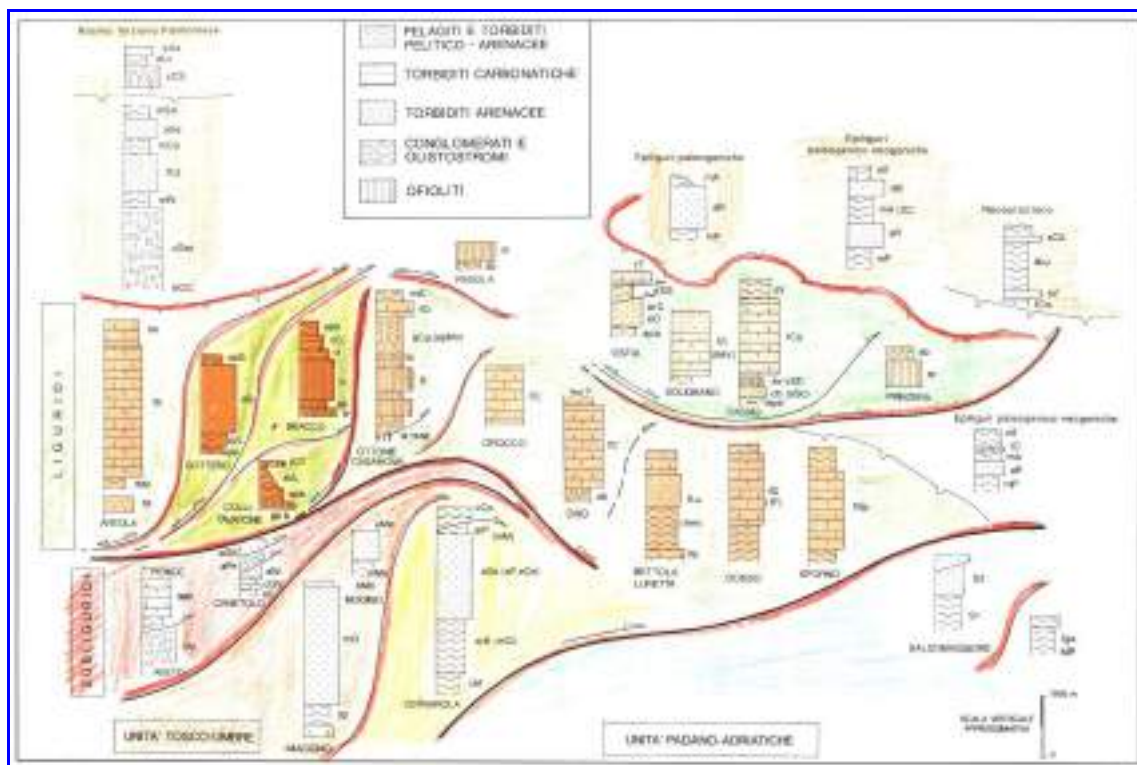


Figura 2 int - Rappresentazione semplificata della litostratigrafia delle principali Unità presenti (P. Vescovi)

Descrizione delle Formazioni nell'area di studio

(Sulla base delle Note Illustrative della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000).

DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI PRIVI DI UNA FORMALE CONNOTAZIONE STRATIGRAFICA

Questi depositi si sono formati ad opera di vari processi sedimentari, legati principalmente alla dinamica fluviale. I depositi alluvionali sono stati distinti in depositi alluvionali in evoluzione e depositi alluvionali recenti, dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie, decisamente prevalenti, sabbie e da locali blocchi, di dimensioni fino a plurimetriche. I depositi alluvionali in evoluzione occupano l'alveo attuale del corso d'acqua, i depositi alluvionali recenti i tratti temporaneamente abbandonati, ma che sono potenzialmente interessati dalle dinamiche fluviali in regime di piena ordinaria, sono quindi depositi soggetti ancora a rimobilizzazione.

SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO

Il Supersintema Emiliano-Romagnolo, affiorante con i suoi terreni più antichi sul margine appenninico padano è stato suddiviso in due unità principali, denominate come segue:

- Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, **AES**
- Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore, **AEI**

Queste due unità sono separate, in corrispondenza del margine appenninico, da una superficie di discontinuità, spesso con discordanza angolare ed erosione, testimonianza di una fase tettonica regionale databile alla fine del Pleistocene inferiore.

Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

Si tratta di un'unità alluvionale, terrazzata, costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali (depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati), passanti a limi prevalenti con rare intercalazioni di sabbia e ghiaia nelle aree di interconoide. L'età complessiva dell'unità è Pleistocene medio - Olocene.

spessore massimo di circa 100 m;

spessore minimo di circa 20 m

L'AES risulta suddivisibile in 5 Subsintemi, affioranti a quote progressivamente decrescenti lungo il margine appenninico; in ordine crescente di età:

- Subsintema di Ravenna – **AES8** (che comprende l'unità di Modena **AES8a**)
- Subsintema di Villa Verucchio – **AES7** (suddiviso nell'unità di Vignola –**AES7b** e di Niviano –**AES7a**)
- Subsintema di Agazzano – **AES3**
- Subsintema di Maiatico – **AES2** (suddiviso nell'unità di Fico Rosso – **AES2b** e di Miano – **AES2a**)
- Subsintema di Monterlinzana – **AES1**

La sedimentazione dell'AES prende inizio al termine di un evento minore, ancorchè regionale, di sollevamento delle strutture compressive appenniniche, registrato in affioramento da una superficie di discontinuità erosiva. Tale superficie, riconoscibile anche nei profili sismici, risulta particolarmente evidente in corrispondenza dei principali fronti strutturali sepolti (DI DIO *et alii*, 1997a,b).

AES8 - Subsistema di Ravenna

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m.

Pleistocene sup. – Olocene

4. IDROGEOLOGIA

La pianura alluvionale tra i torrenti Enza e Nure è stata costruita dall'azione combinata dei corsi d'acqua appenninici ed è costituita dalle loro conoidi pleisto-oloceniche, raccordate e livellate a formare una superficie sub-pianeggiante con lieve immersione da SSO (limite collinare) a NNE (alveo del Fiume Po). I corsi d'acqua, all'uscita delle valli, dove hanno costruito la parte più elevata delle loro conoidi, hanno divagato nell'antistante pianura, depositando i materiali litoidi provenienti dall'erosione dei bacini montani.

La permeabilità dei sedimenti alluvionali è dovuta ad una porosità intergranulare: i clasti che li costituiscono, di forma e dimensioni molto varie lasciano dei vuoti comunicanti nel corpo del sedimento; il grado di permeabilità è direttamente proporzionale alle dimensioni dei pori, che dipendono dalla classazione, dalla disposizione relativa e dalla forma dei granuli, per cui depositi ghiaiosi e sabbiosi (definiti a granulometria grossolana) sono più permeabili di depositi limosi (definiti a granulometria fine); le argille sono normalmente considerate impermeabili.

La classazione granulometrica dall'apice della conoide alle aree più distali, è fondamentale per la comprensione della geometria del sistema idrogeologico. L'insieme dei meccanismi geologico-sedimentari determina la geometria degli acquiferi profondi, che coincidono con gli alvei sepolti, dispersi a diversi livelli in un corpo impermeabile o semipermeabile. L'alta e la media pianura sarebbero quindi formate da un **sistema idrogeologico plurifalda, con acquiferi separati ed indipendenti**.

Il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia – Romagna ha proposto una stratigrafia valida a livello di bacino per i depositi alluvionali e marino marginali presenti nelle prime centinaia di metri del sottosuolo, riassunta schematicamente nella figura riportata in seguito.

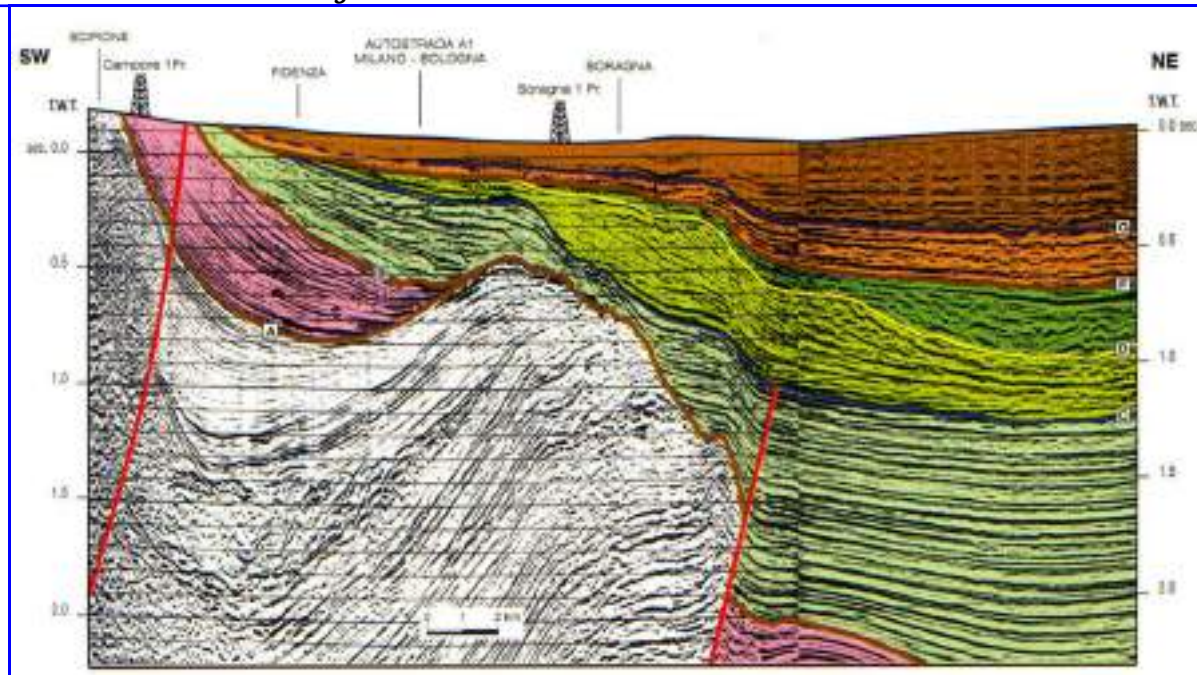


Figura 3-int Profilo sismico interpretato - "da Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna"

I depositi della pianura sono stati suddivisi in tre nuove unità stratigrafiche, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C: il Gruppo Acquifero A è il più recente ed ha un'età che va dall'Attuale sino a 350.000 – 450.000 anni; il Gruppo Acquifero B, intermedio, va da 350.000 – 450.000 anni sino a 650.000 circa; il Gruppo Acquifero C è il più vecchio e va da 650.000 sino a oltre 3 milioni di anni. Il Gruppo Acquifero A ed il Gruppo Acquifero B sono costituiti principalmente da depositi alluvionali ed in particolare dalle ghiaie delle conoidi alluvionali, dai depositi fini di piana alluvionale e dalle sabbie della piana del Fiume Po; il gruppo acquifero C è formato principalmente da depositi costieri e marino marginali ed è costituito principalmente da pacchi di sabbie alternati a sedimenti più fini. In prossimità dei principali sbocchi vallivi il gruppo acquifero C contiene anche delle ghiaie intercalate alle sabbie, che costituiscono i delta conoidei dei fiumi appenninici durante il Pleistocene inferiore e medio.

Le Unità Idrostratigrafiche sono formate da una o più sequenze deposizionali caratterizzate da alternanze cicliche di depositi fini (alla base) e grossolani (al tetto) molto spessi. Una sequenza deposizionale è una successione di sedimenti geneticamente legati tra loro (sono depositi durante lo stesso intervallo di tempo e con meccanismi della sedimentazione legati tra loro), compresi alla base e al tetto da superfici di discontinuità della sedimentazione e da superfici di continuità ad esse correlate. All'interno di ciascuna sequenza, si trovano depositi costituiti da differenti litologie, corrispondenti a vari sistemi e ambienti deposizionali. Alla base di ciascuna sequenza si trova un livello molto continuo a scarsa permeabilità che funge da acquicludo tra le diverse unità individuate.



Dott. Geol. Geom. Luca Calzolari – CLZLCU71L07G337R – P.IVA 02787240346
E-mail: info@studiomac.it PEC luca.calzolari@pec.epap.it

5. ASSETTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

L'area si colloca ad un'altezza di circa 30 metri s.l.m., inserita in un contesto morfologico sub pianeggiante, caratterizzato da una blanda pendenza con immersione verso nord nord-est, in accordo con la vergenza appenninica. Nel complesso l'area di studio risulta essere, per tutte le caratteristiche al contorno, **assolutamente stabile e con bassissima predisposizione al dissesto** (Tavola I, II e XXXIII).

La regimazione delle acque meteoriche è garantita dalla rete antropica di canali e fossi collegati alle attività agricole presenti al contorno dell'area di studio.

L'idrografia di superficie è caratterizzata dal Torrente Enza, posto a est ad una distanza di circa 3.5 km, con direzione di scorrimento verso nord-ovest.

Con riferimento alla cartografia tematica di riferimento per quanto riguarda il rischio idraulico, l'area in oggetto risulta inserita come **area a rischio di inondazione**, in particolare, la porzione che ricade agli estremi della strada in progetto presenta **scenari di pericolosità P2-M** con alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità e **classe di rischio R1 – rischio moderato o nullo**. La porzione centrale, invece, presenta **scenari di pericolosità P3-H** con alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni – elevata probabilità e **con classe di rischio R2 – rischio medio** (Tavola XIII e XIII bis – Piano di gestione rischio alluvioni – Tavola della Pericolosità e del Rischio) così come confermato dalla tavola “*Rischio idraulico*” del PSC del Comune di Parma (Tavola X).

Nel corso delle indagini precedentemente effettuate dal Geol. Franco Giumelli, non è stato rilevato il **sistema di circolazione idrica**. Tuttavia come evidenziato nel corso di precedenti studi realizzati nel medesimo contesto morfologico e stratigrafico è possibile l'instaurarsi di un sistema di circolazione sub-superficiale, attestato nei livelli a maggior granulometria presenti. Tali sistemi di circolazione pur potendo considerare il substrato superficiale come scarsamente permeabile, è resa possibile dalle condizioni di infiltrazione efficace presenti nella coltre dei terreni argillosi, proprio per le fessurazioni che in essi si producono in seguito ai cicli di essiccazione/imbibizione (contrazione/rigonfiamento). Questi sistemi risultano pertanto caratterizzati da una forte stagionalità con lenti freatiche superficiali e discontinue, caratterizzate da livelli di soggiacenza assai variabili.

La cartografia tematica esistente, in particolare la “Tavola QC Idro A5 – Carta dei sistemi idrogeologici” (Tavola XII) delinea l'andamento delle linee isofreatiche mediante pozzi e punti di controllo della rete piezometrica. Nell'area indagata il livello piezometrico si colloca ad una quota tra i 35 ed i 30 metri s.l.m. corrispondendo ad una soggiacenza media di circa 3 m dal piano campagna.

L'area di studio, così come riportato nella cartografia tematica esistente (Carta Geologica Regione Emilia-Romagna scala 1:10.000 Tavola IV bis), si colloca in corrispondenza dei depositi di conoide alluvionale dell'**Unità Idice** appartenente all' **AES8 - Subsistema di Ravenna**. I depositi sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi. Questi depositi corrispondono all' **Alluvium antico Q2a** (Carta Geologica d'Italia 1:100.000 foglio 73 Parma - Tavola IV) costituito da alluvioni argillose con alternanze lenticolari sabbiose nere e sabbioso-ghiaiose della media pianura, a suolo prevalentemente grigiastro.

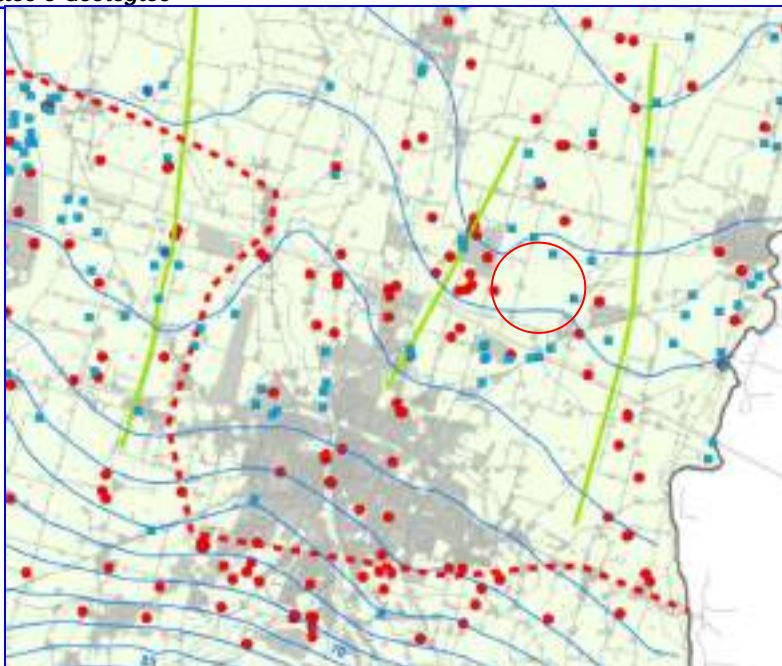


Figura 5 int - Stralcio Tavola Q5 Idro A5 PIAE della Regione Emilia Romagna

ANALISI IDROGEOLOGICA DELLA PIANURA PARMENSE

- Punti di controllo della rete piezometrica
- - - Limite freatico
- Linee isofratriche
- Assi di drenaggio
- Depositi alluvionali di pianura
- Pozzi
- Sorgenti non captate
- Sorgenti storiche (I.B.C.)
- Sorgenti captate
- Sorgenti con deposito di travertino
- Faglia
- Concessioni minerarie
- Limite delle zone di protezione delle acque sotterranee pedecollina-pianura

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE (Prove penetrometriche C.P.T.– Allegato 1)

Le caratteristiche geolitologiche di superficie al contorno dell'area di studio evidenziano la presenza di depositi prevalentemente argillosi e limosi (tra quelli superficiali che maggiormente interessano per la caratterizzazione geotecnica del sito).

Tale contesto litologico è stato indagato mediante l'utilizzo di un penetrometro statico, che risulta essere il più idoneo allo studio dei litotipi fini superficiali. In particolare è stato utilizzato un penetrometro statico tipo Pagani TG 63 da 200 kN; costante di trasformazione $C_t = 10$ e velocità di avanzamento della punta 2 cm/s. Sul penetrometro è stata montata una punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² – apertura 60°) con manicotto laterale (superficie 150 cm²).

L'ampiezza dell'indagine, in accordo con le "Raccomandazioni AGI 1975", nonché al punto "B3", lettera "B" del sopraccitato DM 11.03.88 e con l'art. 7.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, anche in ragione delle caratteristiche dell'opera in progetto, sono state spinte ben oltre il limite della porzione di sottosuolo interessato direttamente ed in direttamente dalla costruzione del manufatto ("volume significativo").

Le caratteristiche del terreno sono state ricavate dall'indagine antecedentemente realizzata per il precedente studio e dal compendio con le conoscenze acquisite nel corso di precedenti indagini condotte al contorno dell'area indagata. I risultati delle singole prove sono riportati negli Allegati (Letture di campagna/Valori di resistenza - Diagrammi di Resistenza - Valutazioni Litologiche), con letture effettuate ogni 20 centimetri (prove statiche). L'interpretazione della stratigrafia del suolo è stata ricavata mediando i valori risultanti dai modelli di Begemann, 1965 - Raccomandazioni AGI, 1977 e di Schmertmann, 1978 (Figura 6 - int.) Tali modelli empirici, permettono di riconoscere la litologia del terreno in base al rapporto tra i valori di resistenza delle prove.

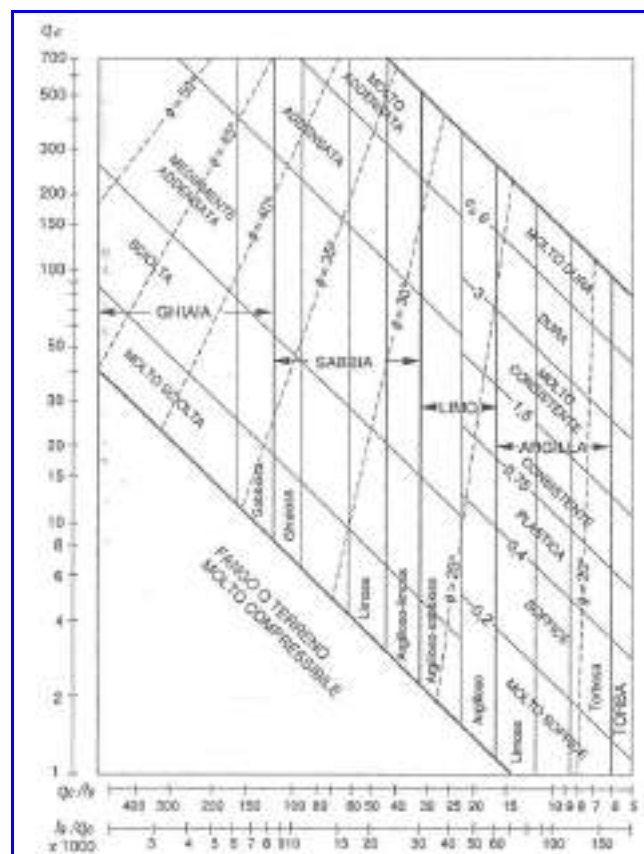


Figura 6 int - Litologia in funzione di qc ed fs

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI

Modello geomeccanico e litostratimetrico

Il modello geomeccanico e litostratimetrico della porzione di sottosuolo di interesse è stato ricostruito mediante l'elaborazione delle nove prove penetrometriche realizzate all'interno dell'area e dai dati presenti in letteratura nell'immediato intorno. In particolare, come già accennato precedentemente, è stata definita la sezione A-A' che ha permesso la ricostruzione di una cross-section rappresentativa delle caratteristiche litostratigrafiche dell'intera area (Allegato III).

Il sottosuolo è stato suddiviso in 2 intervalli, distinti essenzialmente sulla base dei differenti valori di resistenza meccanica riscontrati, prescindendo dalla coltre di terreno di riporto superficiale così come definito in Tabella 1-int.

I parametri geomeccanici riportati, riassumono le principali caratteristiche geotecniche dei terreni e rappresentano la determinazione del loro valore caratteristico come stima cautelativa e ragionata del loro valore per lo stato limite ultimo (SLU) operata sulla base dell'interpretazione dei risultati delle prove in sito e delle misure effettuate (ai sensi dell'art. 6.2.2 del N.T.C. – D.M. 17/01/2018).

In particolare sono stati determinati:

- γ : peso dell'unità di volume del terreno (in sito);
- γ_{SAT} : peso dell'unità di volume del terreno (saturo);
- γ' : peso dell'unità di volume del terreno (alleggerito dalla spinta idrostatica);
- **Cu**: coesione non drenata nel caso di terreni a comportamento coesivo;
- Φ' : angolo di attrito efficace nel caso di terreni a comportamento granulare;
- **E**: modulo di deformazione edometrico (stimato da Mitchell e Gardner, 1975).

L'intervallo **(A)** considerato come litologicamente e geomeccanicamente uniforme, è caratterizzato da depositi argilloso limosi e limo argillosi consistenti, con comportamento eminentemente coesivo e proprietà geomeccaniche medio-buone. I valori di resistenza meccanica alla punta variano mediamente intorno ai 30 kg/cm².

(da -0.00 metri da p.c. fino -6.00 metri da p.c.)

Natura coesiva

- γ : 1.97 t/m³ = 19.32 kN/m³;
- γ_{SAT} : 2.30 t/m³ = 22.56 kN/m³;
- γ' : 1.30 t/m³ = 12.75 kN/m³;
- **Cu**: 1.05 Kg/cm² = 102.97 kPa;
- **E**: 70 Kg/cm² = 6.86 MPa;

L'intervallo **(B)** considerato come litologicamente e geomeccanicamente uniforme, è caratterizzato da depositi argilloso limosi e limo argillosi meno consistenti rispetto all'intervallo A, con comportamento eminentemente coesivo e proprietà geomeccaniche discrete. I valori di resistenza meccanica alla punta si attestano mediamente intorno ai 20 kg/cm².

(da -6.00 metri da p.c. fino -15.00/-10.00 metri da p.c.)

Natura coesiva

- γ : $1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$;
- γ_{SAT} : $2.30 \text{ t/m}^3 = 22.56 \text{ kN/m}^3$;
- γ' : $1.30 \text{ t/m}^3 = 12.75 \text{ kN/m}^3$;
- **Cu**: $0.93 \text{ Kg/cm}^2 = 91.20 \text{ kPa}$;
- **E**: $60 \text{ Kg/cm}^2 = 5.88 \text{ MPa}$;

Intervallo	Z _{min} (m)	Z _{max} (m)	$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)}$	$\gamma_{\text{SAT}} \text{ (t/m}^3\text{)}$	$\gamma' \text{ (t/m}^3\text{)}$	Cu (kg/cm ²)	Φ'	E (kg/cm ²)
			$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma_{\text{SAT}} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma' \text{ (kN/m}^3\text{)}$	Cu (kPa)		E (MPa)
A	0.00	-6.00	1.97	2.30	1.30	1.05	---	70
			19.32	22.56	12.75	102.97		6.86
B	-6.00	-15.00/-10.00	1.95	2.30	1.30	0.93	---	60
			19.12	22.56	12.75	91.20		5.88

Tabella 1-int Intervalli litologicamente e geomeccanicamente uniformi individuati

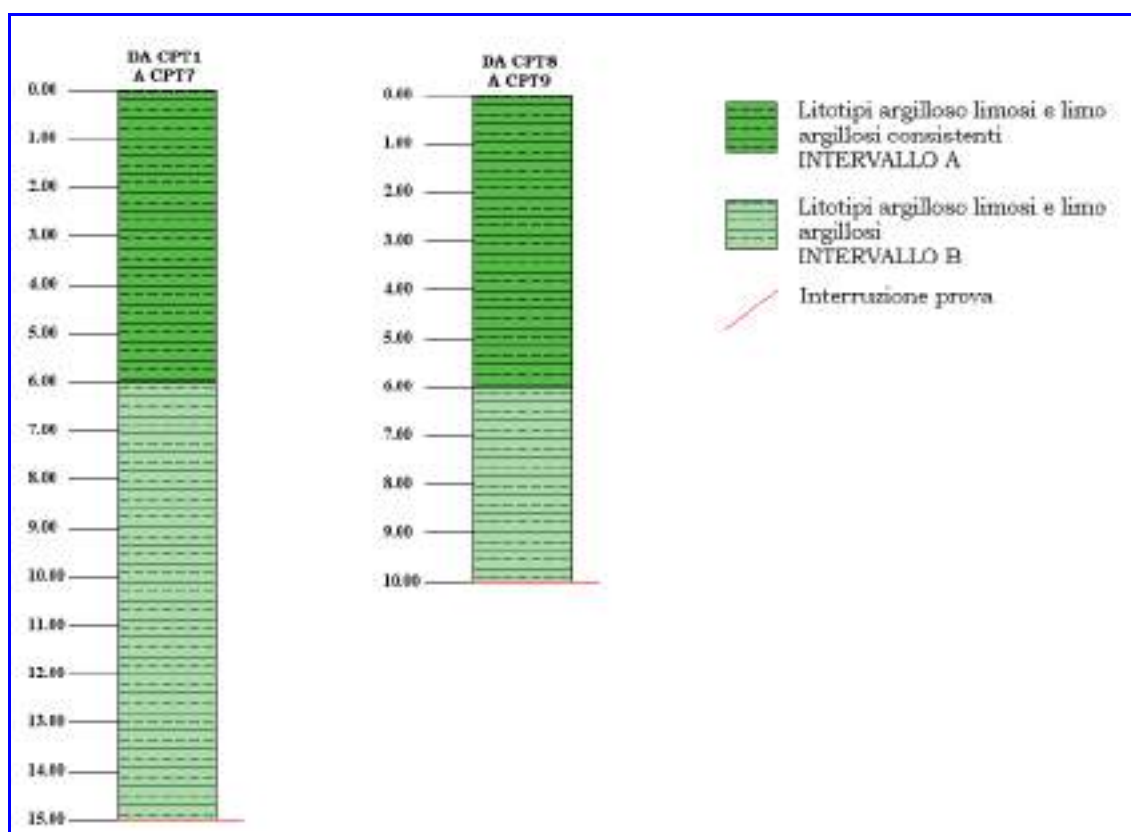


Figura 7 int – Modello litostratimetrico locale

Qualora lo ritenga opportuno e sotto la propria completa responsabilità, il Progettista potrà utilizzare i parametri fisico-meccanici sopra riportati, desunti dalle risultanze dell'indagine geognostica svolta in sito, ai fini della definizione del modello geotecnico (ai sensi dell'art. 6.2.2 del N.T.C. – D.M. 17/01/2018).

PARTE II – STUDIO SISMICO**8. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO**

[tratto da Studio di Microzonazione sismica (primo e secondo livello di approfondimento)
Gennaio 2015 – aggiornato e parzialmente modificato]

Zonizzazione sismogenetica

Gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata "ZS9" (Figura 8 int.), a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004, che prevede una suddivisione in 36 zone, i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche, geologico-strutturali e/o di differenti caratteristiche della sismicità (distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc.). Essa risulta estremamente importante per gli studi pianificazione territoriale e, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

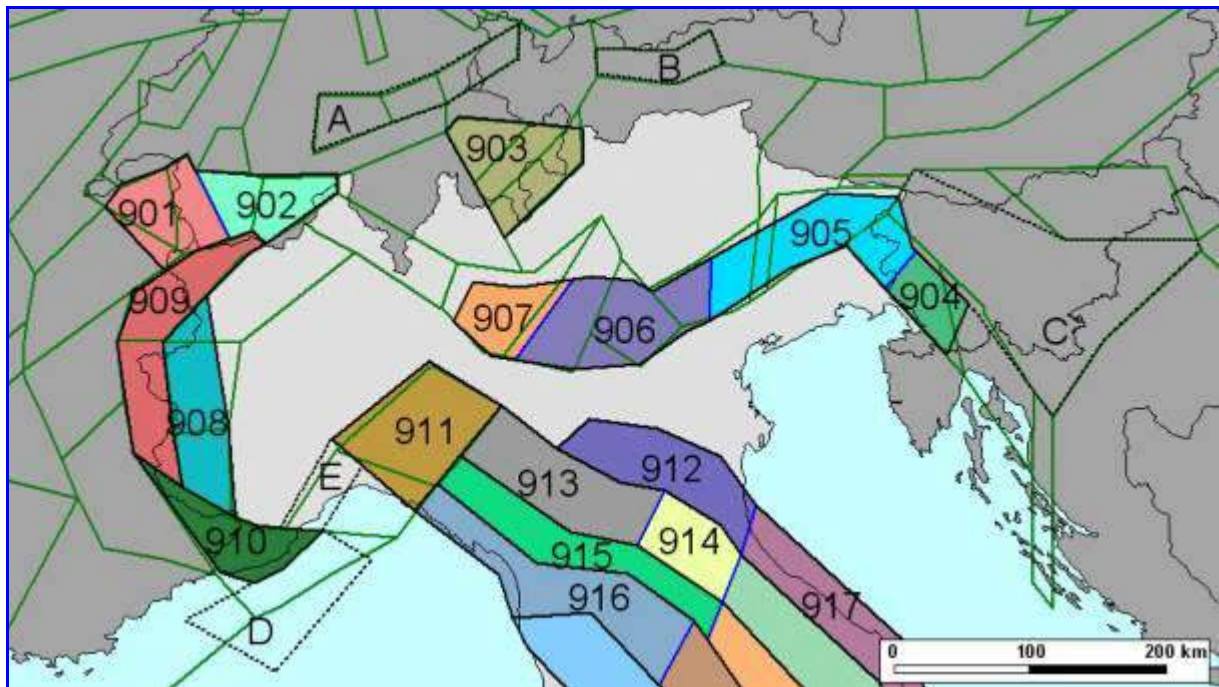


Figura 8 int – Stralcio della zonizzazione sismogenetica ZS9

Più specificatamente, il territorio di studio ricade nella zona sismogenetica "913" denominata "Appennino Emiliano".

La Zona 913 è caratterizzata da terremoti di magnitudo medio – bassa, originati da movimenti prevalentemente compressivi in direzione NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture sepolte attive. Il maggior numero di terremoti che si verificano in questa zona presenta il proprio ipocentro a profondità comprese tra 12 e 20 km ed i valori di magnitudo massima previsti, sulla base dei meccanismi focali, sono pari a $M_{wmax} = 5,91$. A corredo degli studi di zonizzazione sono stati raccolti ed analizzati quasi 2.500 terremoti, spalmati sugli ultimi 1000 anni, limitatamente agli eventi contraddistinti da intensità epicentrale pari ad almeno il V-VI della scala MCS.

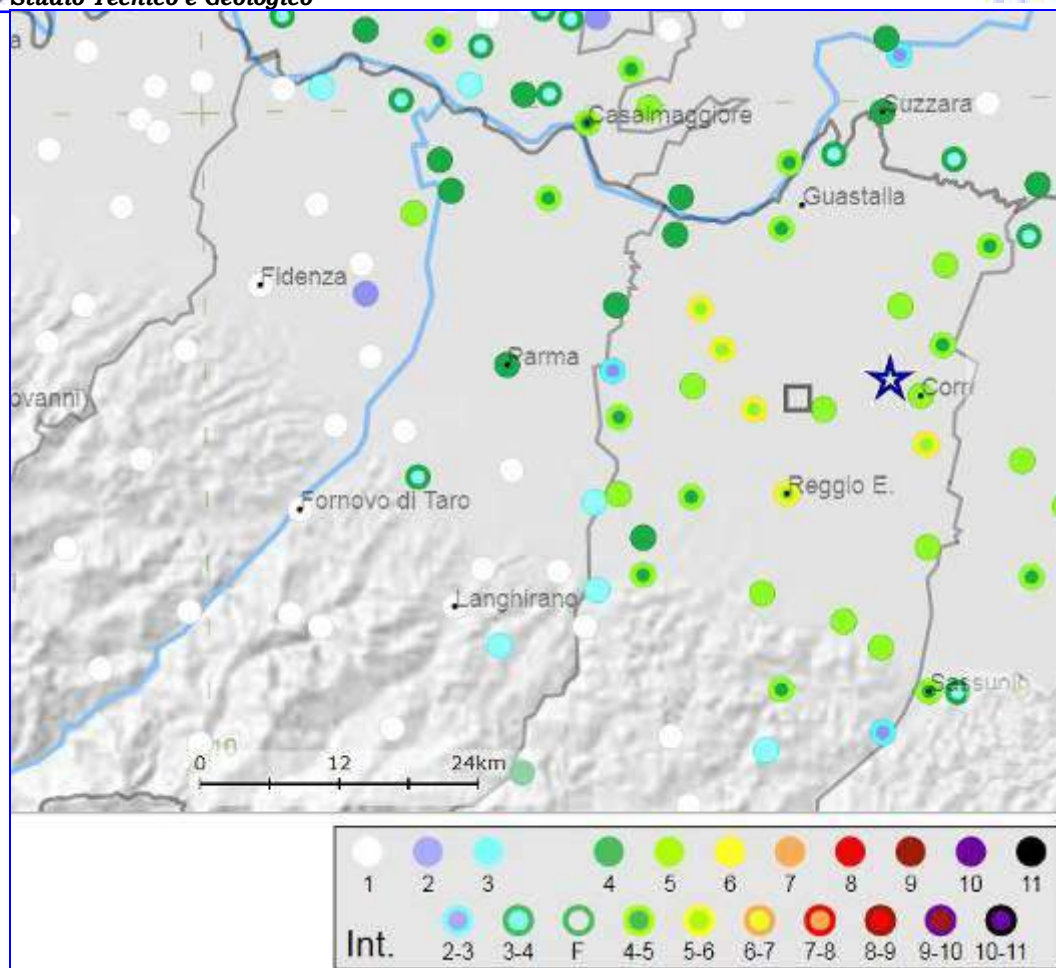


Figura 9 int – Principali terremoti in Emilia -Romagna dall'anno 1.000 d.c. al 1990 con indicazione della magnitudo

Sismicità del territorio

Nella valutazione della pericolosità sismica di una determinata area occorre, in primo luogo, definire la pericolosità di base attraverso una corretta analisi della sismicità evidenziando, sia la distribuzione spaziotemporale degli eventi, sia le caratteristiche di intensità degli stessi, seguita da una valutazione della pericolosità locale determinata dagli aspetti geologico-morfologici del territorio.

L'appennino nord – occidentale è caratterizzato da una sismicità da moderata a media, che si manifesta principalmente lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico e secondo una fascia con direttrice appenninica che, dalla zona di Varzi, si estende quasi con continuità sino a Borgo Val di Taro e alla Lunigiana, proseguendo poi verso strutture del *graben* della Garfagnana. Allineamenti di terremoti si trovano anche lungo lineamenti trasversali alle due fasce longitudinali e sembrano quasi collegarle; particolarmente evidente è la distribuzione di sismi lungo la Val Parma e la Val Taro.

La storia sismica comunale è stata dedotta da DBMI15 la versione 2021 del Database Macrosismico Italiano (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative sia al Comune di Parma che al Comune di Sorbolo Mezzani.

Essa è riassunta nella Tabella 2 int e Tabella 2bis int, dove sono stati elencati gli eventi di maggior intensità al sito ($I_s > III$ grado della scala MCS), indicando, per ciascuno di essi, oltre alla stessa intensità al sito: l'anno, il mese, il giorno, l'ora e il minuto in cui si è verificato, la denominazione dell'area dei maggiori effetti (Area Epicentrale), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_o) e la magnitudo momento (M_w).

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	NMEDP	Io Mw
8	1117	01	02	15	15		Varesese	52	9 5.32
8	1438	06	11	02			Parmanese	4	8 5.58
7	1409	11	15	11	15		PARMA	1	7 5.10
7	1572	06	04	22			Parmanese	5	8 4.63
7	1738	11	05	00	30		Emilia occidentale	10	7 5.10
7	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	25	7-8 5.48
7	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8 5.51
7	1983	11	09	16	29	5	Parmanese	850	6-7 5.04
6-7	1628	11	04	15	40		PARMA	1	6-7 4.86
6-7	1732	02	04	18	20		PARMA	9	5-6 4.63
6-7	1818	12	09	18	55		Parmanese	26	7 5.29
6-7	1837	02	01				Parmanese-Reggiano	23	6-7 5.11
6-7	1873	09	17				Appennino toscano-ligure	64	6-7 5.26
6-7	1971	07	15	01	33	2	Parmanese	228	8 5.51
6	1628	11	04	15	40		PARMA	1	
6	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10 6.40
6	1774	03	04				PARMA	2	5 4.16
6	1832	03	11	08	45		Parmanese	14	
6	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7 5.63
6	1915	10	10	23	10		Reggiano	30	6 4.87
6	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10 6.53
6	1937	09	17	12	19	0	Parmanese	34	7 4.77
5-6	1223	12	25	13	30		Bresciano-Varesese	18	7-8 5.68
5-6	1383	07	24	20			PARMA	2	4-5 3.93
5-6	1786	04	07	00	15		Pianura lombarda	10	6-7 5.22
5-6	1831	07	14	15	30		Reggiano	8	5-6 4.60
5-6	1832	03	12	02	30		Parmanese	4	
5-6	2012	01	25	06	06	2	Pianura emiliana	25	5-6 4.98
5	1304	10	23	00	45		Pianura emiliana	4	
5	1344	11	11				PARMA	1	5 4.16

Tabella 2 int – Massimi eventi sismici verificatisi nel Comune di Parma reperiti dall'Archivio DBMI15.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	MEDP	Io	Mw
7-8	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	25	7-8	5.48
7-8	1971	07	15	01	33	2	Parmensa	238	8	5.51
6-7	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
6	1983	11	09	16	29	5	Parmensa	850	6-7	5.04
6	2012	01	25	08	06	3	Pianura emiliana	25	5-6	4.98
5	1951	05	15	22	34		Lodigiano	179	6-7	5.17
5	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4-5	1886	10	15	02	20		Collecchio	44	6	4.70
4-5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
4-5	1988	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	104	5	3.93
4	1996	12	16	09	09	3	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
3	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
3	1996	10	26	04	56	3	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
3-3	1997	05	12	22	13	5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
2	1955	03	12	06	57	0	Parmensa	15	5	4.15
2	1961	08	13	22	34	1	Parmensa	22	5-6	4.37
MF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
MF	1996	10	26	06	50	2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
MF	1996	11	25	15	47	5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
MF	2002	06	18	22	23	3	Frignano	186	4	4.30
MF	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21

Tabella 2bis int – Massimi eventi sismici verificatisi nel Comune di Sorbolo Mezzani reperiti dall'Archivio DBMI15.

Dalla lettura delle due tabelle si evidenzia che: per il Comune di Parma il massimo evento sismico censito e osservato si è verificato il 3 gennaio 1117 nel Veronese con un'intensità del sito del VIII grado della scala MCS a cui è stata attribuita una Mw di 6.52; per il Comune di Sorbolo Mezzani, invece, il massimo evento sismico censito e osservato si è verificato l'11 settembre 1831 e il 15 luglio 1971 entrambi con un'intensità al sito del VII-VIII grado della scala MCS.

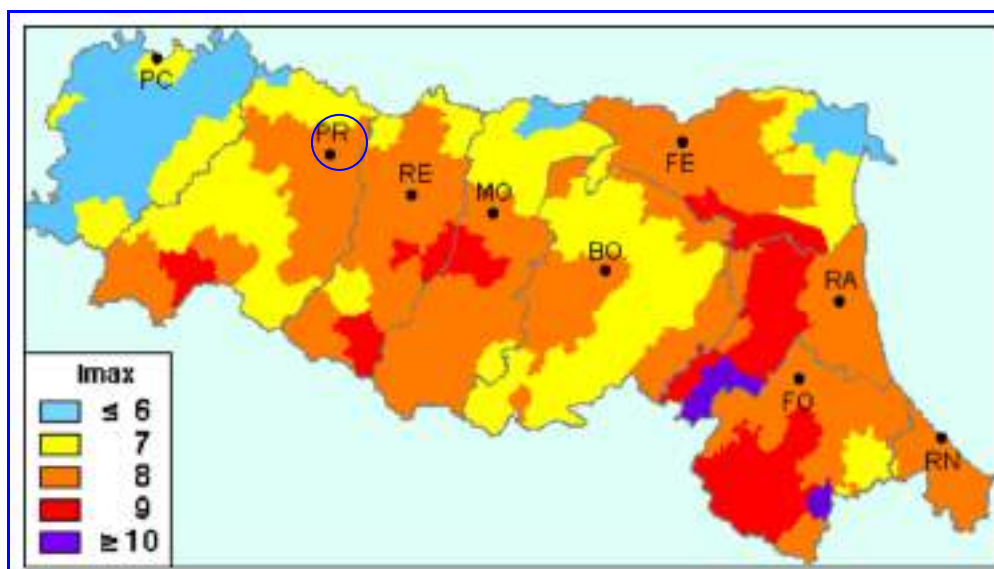


Figura 10 int – Carta della massima intensità macrosismica osservata nei comuni dell'Emilia Romagna

Classificazione sismica comunale

La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata stabilita dall'All. 1, punto 3 dell'OPCM 3274/2003, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998. La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione. Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche. In questo modo ad ogni area del territorio nazionale è stato attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (a_g)	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) (a_g)	numero comuni con territorio ricadente nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti e forti terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	705
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.225
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma non.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	2.610
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	2.185

La classificazione vigente identifica il **Comune di Parma** e il **Comune di Sorbolo Mezzani** in **zona 3** (Fig. 11), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra $0,05 \cdot g$ e $0,15 \cdot g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

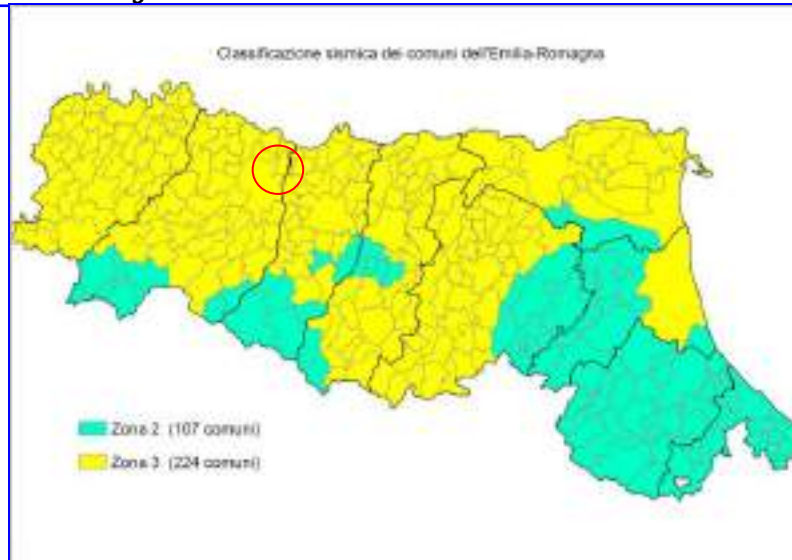


Figura 11 int – Nuova classificazione sismica regionale dei Comuni dell'Emilia Romagna

L'elaborazione dei parametri della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta da INGV (2004) e riportata nell'OPCM 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", identifica, per la fascia territoriale in oggetto, valori di accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresi tra 0,100 g e 0,125 g (ricavato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV. Figura 12 int.).

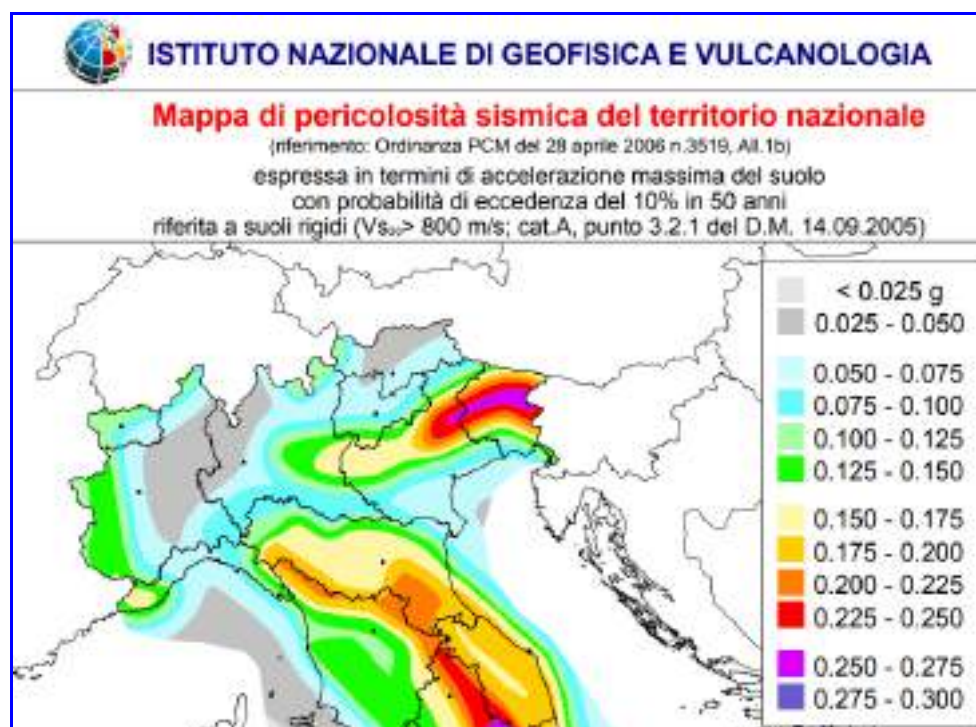


Figura 12 int – Mappa di pericolosità sismica ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia

9. AZIONE SISMICA

Premessa

L'attuale filosofia di progettazione prestazionale richiede l'analisi della risposta di un sistema a più terremoti di diversa intensità; il sistema deve soddisfare requisiti minimi di sicurezza rispetto agli stati limite di funzionalità e collasso, per ciascuno degli eventi considerati. Generalmente si prescrive una duplice verifica, con riferimento a due peculiari eventi sismici, differenti tra loro per "probabilità di occorrenza":

- un terremoto "probabile" (L_1), caratterizzato da un'intensità che ha una probabilità di eccedenza (P_1) in un arco temporale (T_s) correlato alla durata del sistema in esame;
- un terremoto "severo" e "poco probabile" (L_2), caratterizzato da una intensità che, nello stesso periodo di riferimento (T_s), ha una probabilità di eccedenza (P_2) più bassa.

Tipicamente il terremoto di riferimento L_1 è definito come l'evento che ha una probabilità di eccedenza del 50 % durante la vita nominale del sistema, mentre quello di livello L_2 corrisponde ad una probabilità di eccedenza del 10 %.

Nell'ambito della progettazione devono essere chiaramente definite, per l'opera in esame, le prestazioni che devono essere soddisfatte, come grado di danno ammissibile per i differenti terremoti di progetto. I tre gradi di danno individuabili (Tabella 3-int) in relazione ai terremoti di differente livello (L_1 ed L_2) concorrono nel definire tre classi di prestazione (Tabella 4-int).

Parametri di riferimento rigido orizzontale

Al fine di poter definire le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, deve essere valutata la **"pericolosità sismica di base"** del sito di costruzione.

Questa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A – si veda paragrafo successivo), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$.

Ai fini dell'applicazione del D.M. 17/01/2018, sulla base dei risultati del progetto S1 – INGV, sono stati definiti, in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_{VR}), i valori dei parametri di sito necessari per determinare le forme spettrali di progetto.

Tali parametri sono:

- a_g accelerazione orizzontale massima sul sito;
- F_0 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.

Essi dipendono da:

- **LON** longitudine del sito oggetto di studio;
- **LAT** latitudine del sito oggetto di studio;
- **V_R** **periodo di riferimento:** definisce un intervallo temporale al quale devono essere rapportate le azioni sismiche su ciascuna costruzione.

$$V_R = V_N \times C_U;$$

- **V_N** **vita nominale** dell'opera in progetto, cioè numero di anni nel corso dei quali l'opera deve poter essere usata per lo scopo per la quale è destinata, essendo soggetta alla ordinaria manutenzione

- **C_U** **coefficiente d'uso** è definito al variare della classe d'uso dell'opera che a sua volta suddivide le costruzioni in relazione alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso dell'opera

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee o provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Vita nominale **V_N** per diversi tipi di opere (D.M. 17/01/2018 – Tabella 2.4.I)

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 5792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Classi di costruzioni secondo il D.M. 17/01/2018

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Valori del coefficiente d'uso **C_U** (D.M. 17/01/2018 – Tabella 2.4.II)

Sulla base dei valori di progetto e dei siti di riferimento, sono di seguito riportati i parametri di sito da considerare al fine della determinazione delle forme spettrali da utili per la definizione dell'azione sismica di progetto. In particolare, sono stati considerati i due estremi della strada in progetto: la porzione occidentale e la porzione orientale.

Porzione occidentale

LON	10.373166°
LAT	44.841802°
V_N	50 anni
Classe	II
C_U	1

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_o	T_c^* (s)
SLO	30	0.042	2.528	0.239
SLD	50	0.053	2.516	0.256
SLV	475	0.124	2.507	0.293
SLC	975	0.160	2.489	0.300

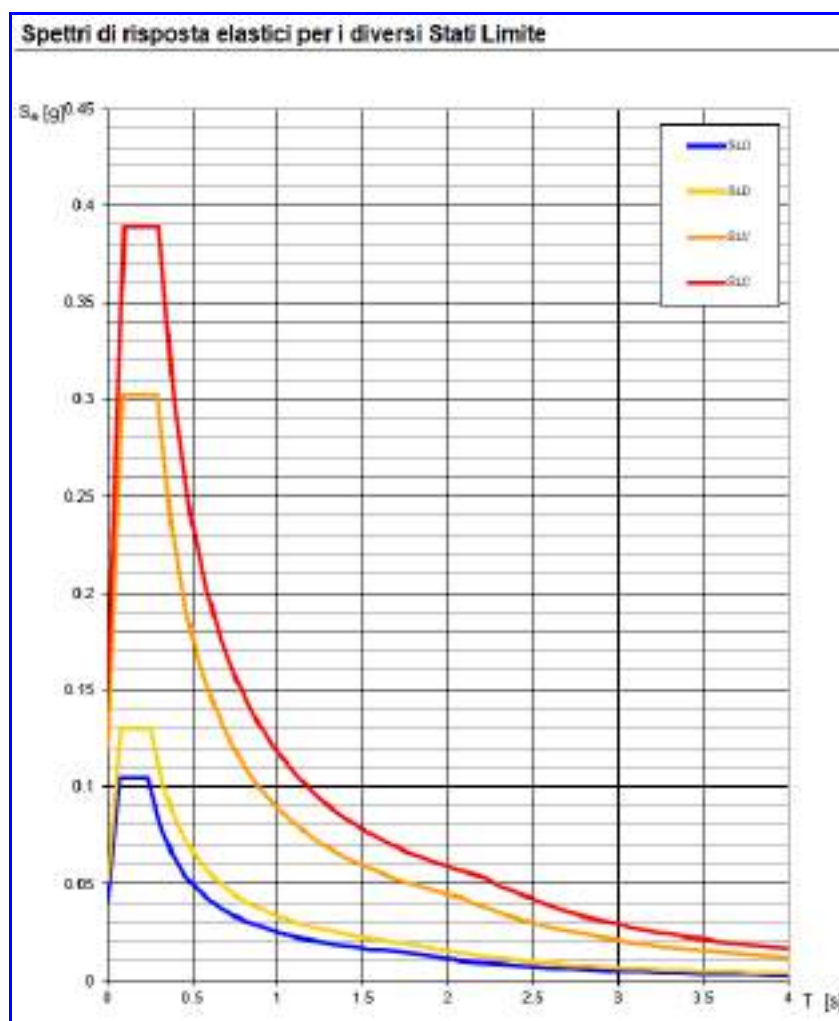
Porzione orientale

LON	10.403314°
LAT	44.835359°
V_N	50 anni
Classe	II
C_U	1

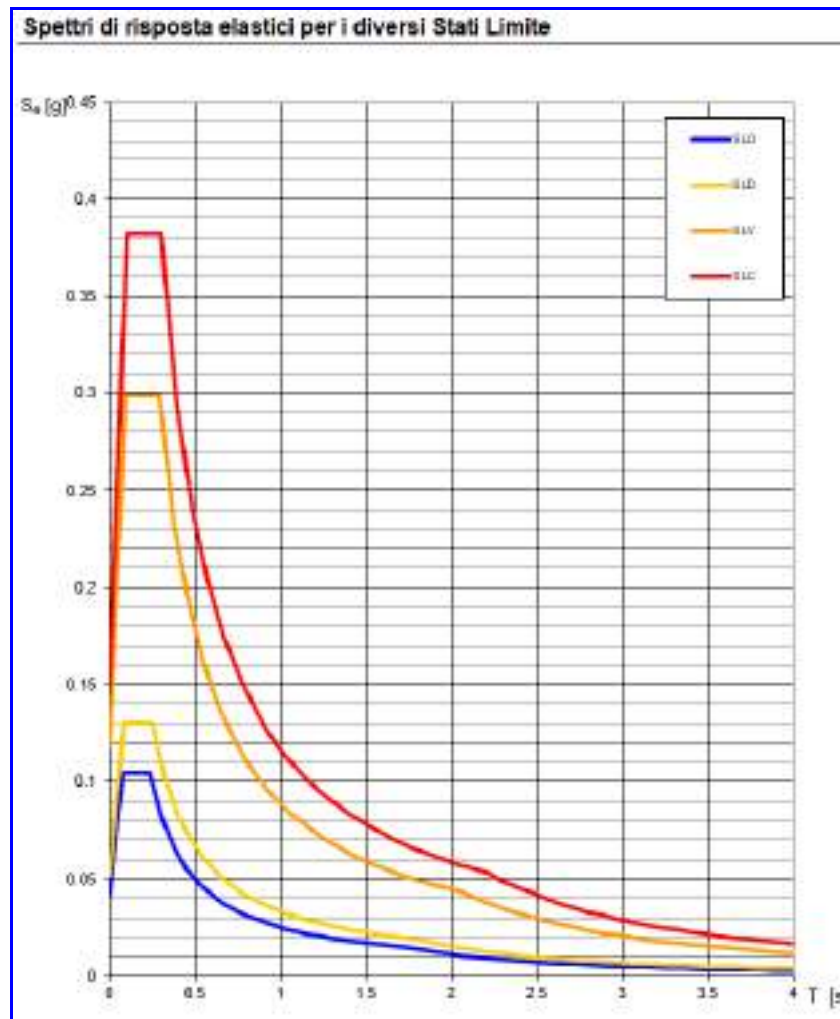
STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_o	T_c[*] (s)
SLO	30	0.041	2.537	0.239
SLD	50	0.052	2.522	0.257
SLV	475	0.119	2.524	0.298
SLC	975	0.154	2.495	0.306

Stati Limite	P _{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V _R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.I)



Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite – porzione occidentale
(elaborazioni effettuate con "Spettri NTC-18" ver. 1.03)



*Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite – porzione orientale
(elaborazioni effettuate con "Spettri NTC-18" ver. 1.03)*

Risposta sismica locale – EFFETTO DI SITO –

Si denomina “risposta sismica locale” l’azione sismica quale emerge in “superficie” a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come “superficie” il “piano di riferimento” per le diverse tipologie strutturali:

- per fondazioni superficiali questo coincide con il piano di imposta delle stesse;
- per 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.

Le modifiche del moto sismico prodotte dalle condizioni locali sono complessivamente indicate come effetti di sito. In relazione alle tipologie di indagine condotte ed ai dati geotecnici disponibili verranno utilizzati metodi di studio basati sulla definizione di categorie di sottosuolo (in accordo con quanto proposto dall’Eurocodice 8 – EC8).

Parametri di classificazione e determinazione delle categorie di sottosuolo

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annassi 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 m.
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	Depositi di terreni a grana grossa notevolmente addensati o terreni a grana fina notevolmente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, 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 m.

Categorie di sottosuolo (D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.II)

Il parametro meccanico di base per la classificazione di un sito è $V_{s,eq}$ calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \left(\sum_{i=1,N} (h_i / V_{s,i}) \right)$$

Dove:

h_i spessore 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 e terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s. La profondità H del substrato è calcolata a partire dal piano di imposta per le fondazioni superficiali, dalla testa dei pali per le fondazioni profonde e a partire dalla testa dell'opera per le opere di sostegno.

$V_{s,eq} = V_{s,30}$ quando la profondità del substrato sia superiore a 30 metri.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

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

Per la classificazione del sito in oggetto si è definito il parametro meccanico di base definito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, $V_{s,eq}$ realizzando indagini geofisiche in sito mediante la tecnica "MASW" brevemente descritta nel successivo paragrafo.

Essendo il substrato in posto superiore ai 30 metri è possibile utilizzare il parametro $V_{s,30}$ individuato dalle prove MASW.

Le elaborazioni effettuate hanno permesso di attribuire al sito indagato la categoria di sottosuolo "C" (si veda oltre).

Condizioni topografiche

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, sono prescritte specifiche analisi di risposta sismica locale nel caso di condizioni topografiche complesse: e tabella.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Categorie topografiche (D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.IV)

Categorie topografiche riferite a geometrie prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore ai 30 metri.

Coefficienti sismici porzione occidentale

STATO LIMITE		Ss	Cc	St	k_h	k_v	Amax [m/s ²]	β
SLE	SLO	1,500	1.680	1,000	0,013	0,006	0.617	0,200
	SLD	1,500	1.650	1,000	0,016	0,008	0.773	0,200
SLU	SLV	1,500	1.570	1,000	0,045	0,022	1.823	0,240
	SLC	1,460	1.560	1,000	0,056	0,028	2.293	0,240

Coefficienti sismici porzione orientale

STATO LIMITE		Ss	Cc	St	k_h	k_v	Amax [m/s ²]	β
SLE	SLO	1,500	1.680	1,000	0,012	0,006	0.608	0,200
	SLD	1,500	1.640	1,000	0,015	0,008	0.759	0,200
SLU	SLV	1,500	1.570	1,000	0,043	0,021	1.751	0,240
	SLC	1,470	1.550	1,000	0,054	0,027	2.222	0,240

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TECNICA “MASW”

Caratteristiche generali dell'indagine

L'indagine effettuata è stata condotta con l'ausilio della tecnica MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), alla luce degli spazi e della logistica operativa riscontrata in cantiere, nonché tenendo conto delle finalità dell'indagine e del grado di dettaglio auspicabile dai risultati.

La tecnica Masw permette di realizzare una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di superficie (di *Rayleigh* e di *Love*), attraverso una dettagliata ricostruzione della distribuzione delle onde S nel sottosuolo, realizzata mediante modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde superficiali, registrate da opportuno sismografo, con l'ausilio di geofoni di superficie a basse frequenze ed indotte mediante energizzazione con fonte artificiale (massa battente).

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1) acquisizione dei dati sperimentali;
- 2) estrazione della curva di dispersione;
- 3) inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s (profilo 1-D), che descrive la variazione di V_s con la profondità.

Strumentazione impiegata

Per l'indagine effettuata si riportano i risultati acquisiti nel precedente studio con un sismografo modello “Pasi sg 24”: lo stendimento è stato fatto con una spaziatura di 1.5 m per una lunghezza di 34.5 m e la sorgente energizzante è stata posta a 10 m.

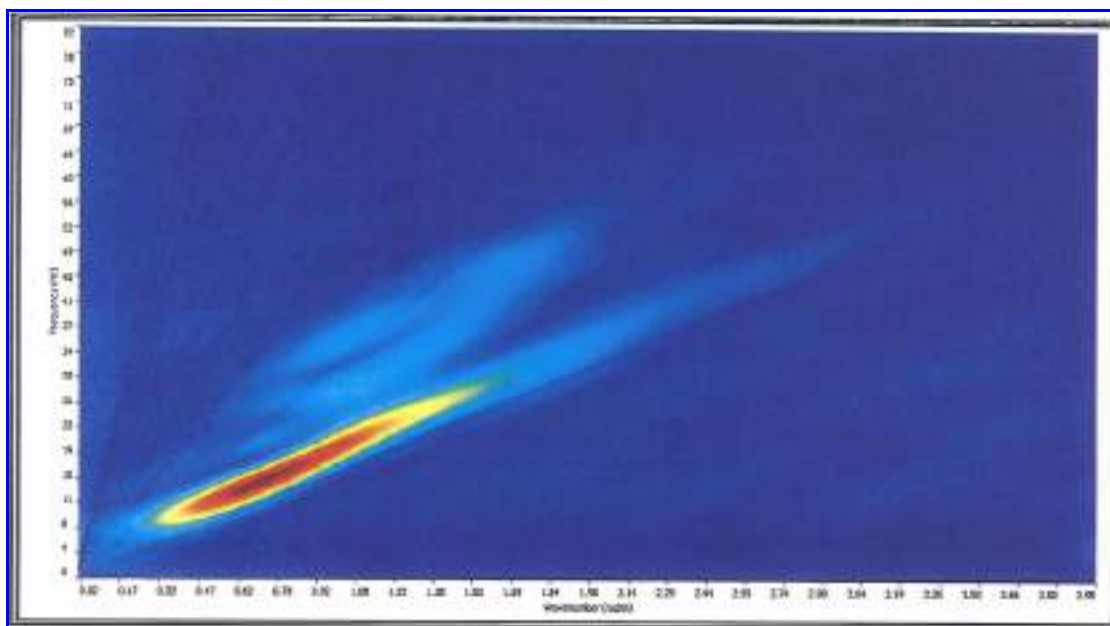


Figura 13 int – Spettro Ampiezza/Frequenza

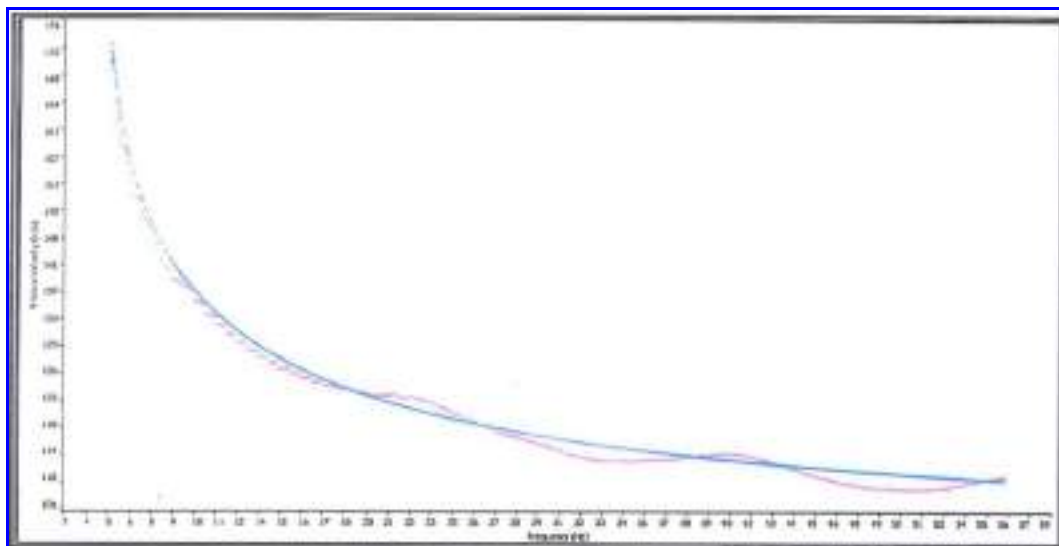


Figura 14 int – Curva teorica/curva di calcolo

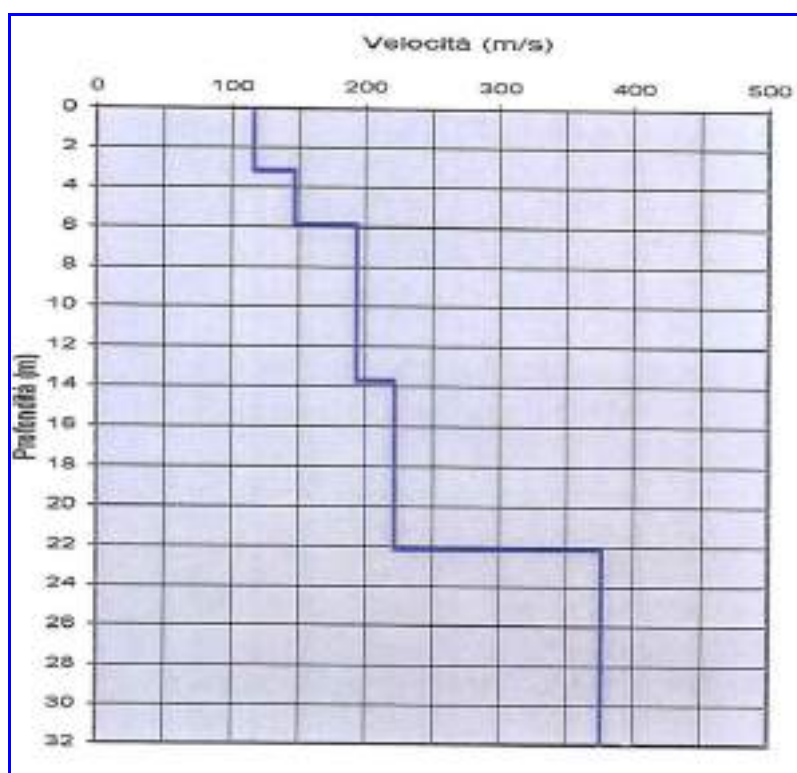


Figura 15 int Velocità onde S/profondità

Profilo velocità/profondità

	Profondità		Spessore	Vel. Media
	da	a	m	m/sec
Strato 1	0.00	3.23	3.23	118.00
Strato 2	3.23	5.98	2.75	145.00
Strato 3	5.98	13.80	7.82	191.00
Strato 4	13.80	22.18	8.38	220.00
Strato 5	22.18	30.00	7.82	375.00

Vs 30 =	205	m/sec
----------------	------------	--------------

Secondo il calcolo effettuato, utilizzando la formula espressa in precedenza, si ottiene una **velocità $V_{s30}=205$ m/sec**, che permette di classificare l'area indagata nella categoria di **sottosuolo C** (così come definita nella normativa vigente).

10. SINTESI DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI III LIVELLO – COMUNE DI PARMA

L'Amministrazione Comunale ha provveduto alla realizzazione degli studi di microzonazione sismica di III livello in gran parte del territorio comunale.

Di seguito si riporta una sintesi di quanto evidenziato dagli studi effettuati. Gli stralci delle tavole tematiche relativamente all'areale indagato sono riportati in allegato.

Sintesi degli studi di microzonazione sismica

- Frequenza naturale dei terreni:
Classe di frequenza: $f_0 \leq 0.6$ Hz ($1.5 \leq H/VRS < 2$) - valore di picco pari a 0.5 Hz – Tavola XVI;
- MOPS – Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica:
2006 – Zona 6: terreni coesivi limoso-argillosi con torbe entro i primi 20-30 m sui livelli ghiaiosi profondi– Tavola XIII;
- Velocità delle onde di taglio S:
VSH = 170 (m/s) velocità delle onde di taglio S dei terreni di “copertura” sovrastanti al “substrato rigido” ($V_s < 800$ m/s) – Tavola XX;
- FA_{PGA}: Fattore di amplificazione in termini di picco di accelerazione (Peak Ground Acceleration):
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{PGA} 1.5 ed 1.6
Valore IL (Indice di Liquefacibilità) sulla verticale ≤ 2 – Tavola XXII;
- FA_{SA 0.1-0.5 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudoaccelerazione, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.1-0.5 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{SA 0.1-0.5 s} 1.3 ed 1.4 – Tavola XXIV;
- FA_{SA 0.4-0.8 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudaccelerazione, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.4-0.8 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{SA 0.4-0.8 s} 2.1 e 2.2 – Tavola XXVI;
- FA_{SA 0.7-1.1 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudaccelerazione, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.7-1.1 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{SA 0.7-1.1 s} 2.5 e 3.0 – Tavola XXVIII;
- FA_{SA 0.5-1.5 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudaccelerazione, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.5-1.5 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{SA 0.5-1.5 s} 2.3 e 2.4 – Tavola XXX;

11. SINTESI DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO – COMUNE DI SORBOLO MEZZANI

Sintesi degli studi di microzonazione sismica

- Carta geologico-tecnica:
Depositi alluvionali di piana inondabile, costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità – Tavola XXXII;
- Frequenza naturale dei terreni:
Classe di frequenza: $f_0 > 8$ Hz ($1.5 \leq H/VRS < 2$) - valore di picco pari a 17.15 Hz – Tavola XVII;
- MOPS – Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica:
2003 – Zona 3: nei primi 15-20 m dal piano campagna, presenza di depositi alluvionali di piana inondabile, costituiti prevalentemente da argille inorganiche con intercalazioni decimetriche di argille limose e sabbiose. A seguire sabbie da fini a grossolane con locali accumuli di depositi ghiaiosi per oltre 25-30 metri ($220 \leq V_{s30} \leq 299$ m/sec);

2004 – Zona 4: nei primi 7-10 m dal piano campagna, presenza di argille limose di piana inondabile, seguite da uno strato di 5-7 metri di sabbie miste a ghiaietto; seguono argille, argille limose e limi fino a profondità variabili tra 20-30 metri dal p.d.c con isolati depositi torbosi e successivamente depositi sabbiosi da fini a grossolani di spessore variabile con isolati livelletti di ghiaia;

2005 – Zona 5: depositi alluvionali di piana inondabile nei primi 10-20 m dal piano campagna, costituiti da argille organiche seguiti da depositi sabbiosi da fini a grossolani di spessore variabile con isolati livelletti di ghiaia ($V_{s30} = 216$ m/sec) – Tavola XIX;
- Velocità delle onde di taglio S:
 $V_{S30} = 201$ (m/s) velocità delle onde di taglio S nei primi 30 metri di terreno – Tavola XXI;
- FA_{PGA}: Fattore di amplificazione in termini di picco di accelerazione (Peak Ground Acceleration):
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{PGA} 1.5 ed 1.6
Valore IL (Indice di Liquefacibilità) sulla verticale ≤ 2 – Tavola XXIII;
- FA_{0.1-0.5 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudovelocità, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.1-0.5 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{0.1-0.5 s} 1.5 e 1.6 – Tavola XXV;
- FA_{0.4-0.8 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudovelocità, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.4-0.8 s:
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra FA_{0.4-0.8 s} 2.1 e 2.2 – Tavola XXVII;
- FA_{0.7-1.1 s}: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudovelocità, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.7-1.1 s:

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra $FA_{0.7-1.5 s}$ 1.7 e 1.8 – Tavola XXIX;

- $FA_{0.5-1.5 s}$: Fattore di amplificazione di sito in termini di rapporto tra intensità dello spettro di risposta in pseudovelocità, calcolato in superficie e quello calcolato su suolo rigido nell'intervallo 0.5-1.5 s:

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali compresa tra $FA_{0.5-1.5 s}$ 1.7 e 1.8 – Tavola XXXI;

12. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

In condizioni sismiche, il termine “liquefazione” comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della resistenza al taglio. La riduzione della resistenza può rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzata e definitiva.

La liquefazione include tre principali fenomeni. Il primo è la “fluidificazione” che avviene quando le tensioni tangenziali richieste per assicurare le condizioni di equilibrio statico sono maggiori della resistenza al taglio del terreno al termine del terremoto. Ne consegue che una volta avviate, le deformazioni prodotte dalla fluidificazione possono proseguire anche dopo il terremoto. Il secondo fenomeno è quello della “mobilità ciclica” che si verifica quando le tensioni di taglio necessarie all’equilibrio statico sono minori della resistenza del terreno al termine del terremoto; in tal caso le deformazioni si sviluppano in maniera incrementale durante il terremoto. Il terzo fenomeno, che rappresenta un caso particolare di mobilità ciclica, è quello della “liquefazione ciclica” che si verifica nelle condizioni di free-field e piano campagna orizzontale.

Posizione del problema

In linea di principio, l’analisi di suscettibilità alla liquefazione di un dato sito richiede:

1. la valutazione delle caratteristiche dell’evento sismico atteso (fattore scatenante)
2. la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (fattore predisponente);
3. la stima degli effetti conseguenti alla liquefazione.

In relazione al tipo di analisi prescelto, le caratteristiche del moto sismico dovranno essere valutate in termini di grandezze rappresentative (es. magnitudo, durata o storia temporale delle accelerazioni).

Per la caratterizzazione geotecnica del sito in esame dovranno essere effettuate opportune indagini in sito che permettano, direttamente od attraverso correlazioni empiriche, di caratterizzare:

- la profondità della falda;
- le condizioni stratigrafiche;
- le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il deposito.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di pericolosità di liquefazione, se il livello di danno indotto dal fenomeno non è compatibile con la stabilità del sito, dovrà essere eventualmente valutata la possibilità di non utilizzare il sito o di modificare le caratteristiche dei manufatti oggetto di studio (od eventualmente di migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni).

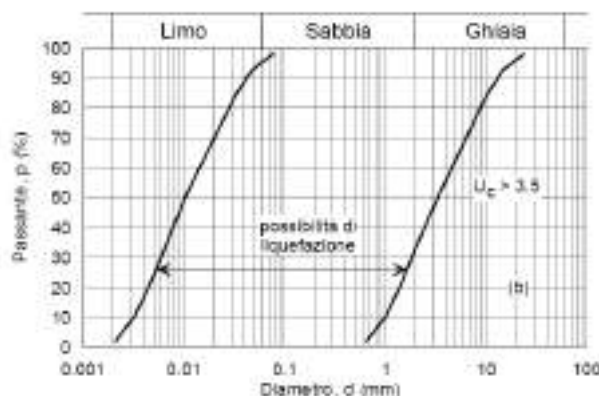
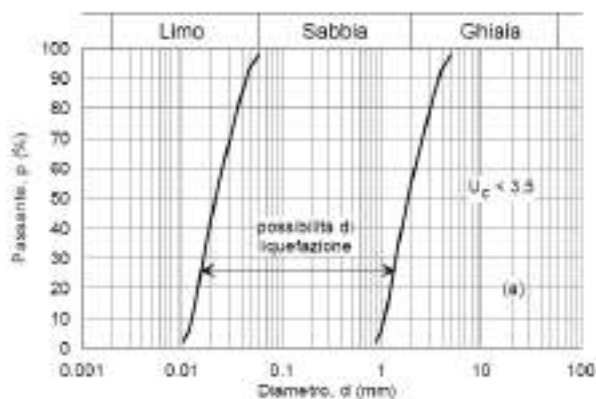
Rischio di liquefazione: verifica preliminare

Ai fini della presente relazione (in accordo con la normativa di riferimento), il termine “liquefazione” denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione 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.

Sulla base di un’analisi preliminare della sismicità del sito e delle caratteristiche geotecniche del deposito, si può ritenere che la probabilità che si verifichi la liquefazione sia estremamente bassa o nulla nel caso in cui si manifesti almeno una delle seguenti condizioni (art. 7.11.3.4.2 N.T.C.):

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel primo grafico nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$, e nel secondo grafico nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$



Nel contesto geologico esistente, il rischio di liquefazione può essere considerato del tutto irrilevante, grazie all’analisi stratigrafica delle formazioni esistenti, che permette di **escludere con assoluta certezza la presenza di litotipi sabbiosi classati suscettibili a fenomeni di liquefazione.**

I risultati rappresentano un riferimento per il progettista e saranno quindi da utilizzare in fase preliminare esclusivamente per permettere un corretto predimensionamento delle strutture fondali e non utilizzabili per le verifiche di stabilità del sistema sovrastruttura-fondazione previste dalla vigente normativa (per cui è necessario conoscere gli effettivi valori dei carichi previsti, le dimensioni esecutive delle strutture, le sollecitazioni effettivamente trasmesse dalla struttura al terreno), che dovranno essere eseguite dal progettista stesso (art. 6.2.2 N.T.C.).

I calcoli geotecnici sono stati sviluppati in via preliminare, sulla scorta delle strutture fondali ipotizzate in fase preparatoria di progetto. Il rilevato stradale verrà eseguito con il metodo della stabilizzazione a calce, la quale consiste nel procedere come primo intervento allo scotico del terreno vegetale superficiale consistente in circa 30 cm, successivamente si procede alla stabilizzazione di 3 strati dello spessore di 30 cm per un totale di 90 cm.

È stata sviluppata un'ipotesi di calcolo che vede il piano fondale impostato nelle porzioni più superficiali dei terreni di fondazione, ad una profondità di circa -1.58 m dal p.c., in corrispondenza dell'intervallo A (così come definito nel capitolo 7).

Come tipologia dell'impianto fondale sono state considerate fondazioni superficiali nastriformi.

Tipologia di fondazioni:	superficiali nastriformi
Profondità del piano di imposta:	-1.58 m da p.c.
Larghezza fondazione:	12.00 m
Altezza fondazione:	1.58 m
Carichi per SLU	centrati

13. CALCOLO PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE

Il calcolo della pressione ammissibile del terreno è stato ricavato utilizzando le equazioni più verificate in letteratura per l'analisi delle fondazioni superficiali. Queste considerano una rottura del terreno provocata dal cedimento verticale della fondazione che cede solidale con un cuneo di terra sottostante e che provoca perciò la rottura del terreno laterale lungo una superficie arcuata (Figura 16 int.). Inoltre, si è ipotizzata una struttura reologicamente omogenea (caratteristiche meccaniche uniformi), per la zona interessata dal carico di rottura della fondazione, formata da terreni limoso argillosi.

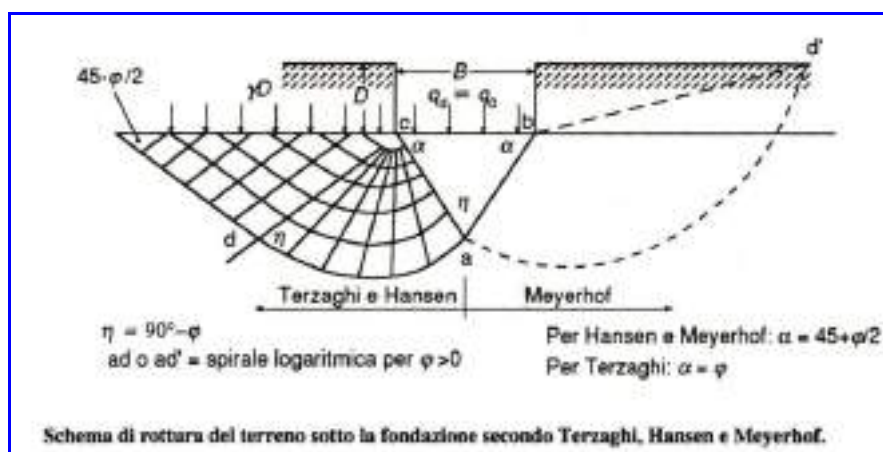


Figura 16 int. Schema di rottura del terreno sotto fondazioni superficiali

Il calcolo della capacità portante è stato sviluppato secondo le equazioni di **Terzaghi**, considerando il substrato limoso argilloso come molto addensato (Tabella 1) e con l'equazione di **Meyerhof** (Tabella 2) ed in ultimo con quella di **Brinch-Hansen** (Tabella 3) per considerare gli effetti inerziali sismici.

Equazione generale di Terzaghi (Fondazioni superficiali - Terreni fortemente addensati):

$$q_d = cN_c s_c + yDN_q + 0,5yBN_y s_y \dots$$

Equazione generale di Meyerhof (Fondazioni superficiali):

$$q_d = cN_c s_c d_c + yDN_q s_q d_q + 0,5yBN_y s_y d_y \dots$$

Equazione generale di Brinch-Hansen (Fondazioni superficiali – carichi eccentrici, inclinati – correzione coeff. sismico):

$$q_d = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c z_c + yDN_q s_q d_q i_q g_q b_q z_q + 0,5yBN_y s_y d_y i_y g_y b_y z_y$$

dove:

q_d:	pressione di rottura
c:	coesione
D:	profondità del piano di posa
N'_c, N'_q, N'_y:	fattori di capacità portante
y':	peso specifico
s_c, s_y:	coefficienti di forma (Terzaghi)
s_c, s_y, s_q:	coefficienti di forma (Meyerhof)
d_c, d_y, d_q:	coefficienti di profondità (Meyerhof)
g_c, g_y, g_q:	coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brinch-Hansen)
b_c, b_y, b_q:	coefficienti di inclinazione fondazione (Brinch-Hansen)
i_c, i_y, i_q:	coefficienti per carichi eccentrici (Brinch-Hansen)
z_c, z_y, z_q:	coefficienti per effetti inerziali correttivi (Brinch-Hansen)

Nello sviluppo dei calcoli, riportato sinteticamente nelle Tabelle 1, 2, 3 la distribuzione dei carichi derivanti dalla struttura è stata assimilata a quella derivante da una **struttura fondale superficiale** (D/B<4) **nastriforme con profondità del piano fondale a circa -1.58 metri dal piano campagna**. Il carico ammissibile è stato ricavato dal carico di rottura utilizzando un coefficiente di sicurezza pari a 3.

I parametri di seguito riportati esprimono pertanto le caratteristiche medie (in un'ottica assolutamente cautelativa) di tali depositi dell'intervallo A alla profondità di progetto:

$$\begin{aligned} \text{Cu} &= 1.05 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 10.50 \text{ t/m}^2 \\ &= 102.97 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Il valore assunto come significativo, è stato ottenuto dai risultati delle prove penetrometriche, in particolare è stato considerato, in via del tutto cautelativa, il minimo valore rappresentativo dell'intervallo A.

$$\begin{aligned} \gamma' &= 1300 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1.30 \text{ t/m}^3 \\ &= 12.75 \text{ KN/m}^3 \end{aligned}$$

Volendo considerare le condizioni di saturazione del substrato (fino al piano campagna) in relazione alla possibile insorgenza di un sistema di circolazione sub-superficiale, si è ritenuto opportuno adottare un valore di riferimento alleggerito dalla spinta idrostatica γ' .

$$D = -1.58 \text{ m}$$

La profondità del piano di posa, è stata ipotizzata a circa -1.58 metri dal piano campagna.

$\Phi' = 0^\circ$

L'angolo di attrito è stato ridotto in via cautelativa ad un valore praticamente nullo, volendo considerare la sola natura coesiva dei depositi (verifica di breve termine condizioni non drenate).

Nella **Tabella 3-int** sono stati raffrontati i risultati derivati dall'applicazione dei differenti metodi di calcolo. Tali valori, assolutamente orientativi, dovranno essere verificati in funzione delle strutture in progetto, con i reali carichi di esercizio e con una accurata analisi dei cedimenti indotti.

Metodo di calcolo		Carico limite qd (kg/cm ²)	Ceff. Sicurezza	Carico ammissibile qamm. (kg/cm ²)
Terzaghi	Tabella 1	5.25	3	1.75
Meyerhof	Tabella 2	5.52	3.5	1.58
Brinch-Hansen	Tabella 3	5.68	3.5	1.62

Tabella 3-int.

Il valore di riferimento da assumere per il calcolo delle strutture è quello derivante dall'applicazione delle formule di Meyerhof con un valore di **pressione ammissibile (σ_{amm}) pari a 1.58 kg/cm².**

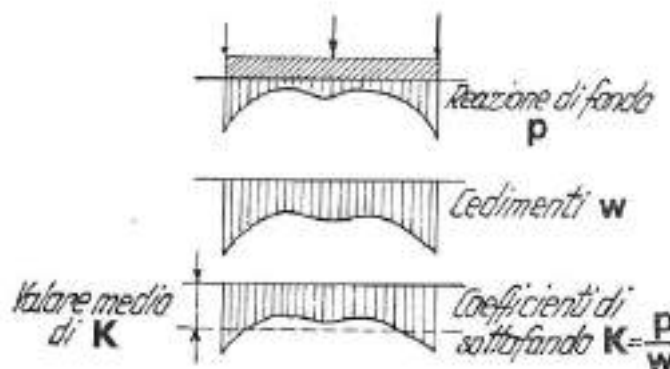
I criteri di calcolo ed i parametri geotecnici utilizzati per la determinazione della capacità portante dei terreni in oggetto, sono stati volutamente scelti in un'ottica ampiamente cautelativa (minimi valori di coesione, natura granulare considerata nulla, ecc.) al fine di garantire l'attendibilità dei risultati ottenuti, prescindendo dalle approssimazioni effettuate nel corso dei calcoli (omogeneità delle caratteristiche geomeccaniche, semplificazione della struttura in ipotesi e dei carichi applicati, ecc.).

14. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO

Il coefficiente di sottofondo k_s , introdotto da Winkler nell'ambito del suo modello di interazione terreno-struttura, definisce la relazione di proporzionalità tra una pressione fittizia p in un punto generico del terreno ed il corrispondente cedimento w :

$$k_s = \frac{p}{w}$$

A livello teorico essa si presenta come una proprietà costante del terreno, indipendente dalla estensione e dalla forma della superficie di carico, nonché dalle caratteristiche elastiche di questa e designa un suolo idealmente costituito da un letto di molle indipendenti aventi costante di elasticità pari a k_s . In realtà nessuna massa terrosa si comporta in tal modo e l'applicazione di questo modello risulta significativa solo per limitati casi teorici.



Valutazione teorica del coefficiente di sottofondo – Metodo di Terzaghi

La valutazione sperimentale del coefficiente k_s è limitata a prove di carico con piastre rigide, attendibili solo per strutture sottoposte a carichi concentrati, come ad esempio le pavimentazioni stradali.

Date le difficoltà a ricavarne sperimentalmente il valore, è possibile ricorrere ad un'indagine analitica che, per una determinata fondazione, consente di ricavarlo in funzione dei parametri di deformabilità del terreno e delle dimensioni della fondazione, come suggerito da Terzaghi applicando le relazioni:

$$w = \frac{qb}{E} I_u$$
$$k = \frac{E}{I_w b}$$

con q sollecitazione di carico
 E modulo di elasticità
 I_w modulo di compressibilità

e ipotizzando una ripartizione uniforme del carico e del cedimento in una zona delimitata da piani inclinati di 45° .

Il successivo foglio espone tale calcolo per i terreni costituenti il piano fondale nel caso oggetto di studio, confrontandone le risultanze con i valori di k_s presenti in letteratura.

Valutazione teorica del coefficiente di sottofondo in condizioni statiche – Metodo di Bowles

$$K_s = \frac{E_s}{B(1 - \nu^2)}$$

dove:

K_s = modulo di Winkler verticale;

E_s = modulo di Young (ricavato indirettamente dai valori delle indagini penetrometriche)

B = larghezza della fondazione

ν = coefficiente di Poisson (ricavato indirettamente dai valori delle indagini MASW)

$$K_h = 2 \cdot K_s$$

dove:

K_h = modulo di Winkler orizzontale;

K_s = modulo di Winkler verticale.

15. CONCLUSIONI

Il presente lavoro si è prefisso lo scopo di valutare le condizioni zonali dell'area di studio, esaminando il contesto geologico, morfologico ed idrologico presenti, al fine di poter supportare il progetto per la realizzazione del nuovo asse viario S.P. 72 Parma-Sorbolo Mezzani S.P. 63 R della Cisa da Via Franklin (Parma) a Via Caduti del Lavoro (Sorbolo).

Di seguito si riporta una sintesi dei principali aspetti emersi:

Studio geologico

L'area si colloca ad un'altezza di circa 30 metri s.l.m., inserita in un contesto morfologico sub pianeggiante, caratterizzato da una blanda pendenza con immersione verso nord nord-est, in accordo con la vergenza appenninica. Nel complesso l'area di studio risulta essere, per tutte le caratteristiche al contorno, **assolutamente stabile e con bassissima predisposizione al dissesto**.

La regimazione delle acque meteoriche è garantita dalla rete antropica di canali e fossi collegati alle attività agricole presenti al contorno dell'area di studio.

L'idrografia di superficie è caratterizzata dal Torrente Enza, posto a est ad una distanza di circa 3.5 km, con direzione di scorrimento verso nord-ovest.

Con riferimento alla cartografia tematica di riferimento per quanto riguarda il rischio idraulico, l'area in oggetto risulta inserita come **area a rischio di inondazione**, in particolare, la porzione che ricade agli estremi della strada in progetto presenta **scenari di pericolosità P2-M** con alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità e **classe di rischio R1 – rischio moderato o nullo**. La porzione centrale, invece, presenta **scenari di pericolosità P3-H** con alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni – elevata probabilità e **con classe di rischio R2 – rischio medio**, così come confermato dalla tavola "Rischio idraulico" del PSC del Comune di Parma.

Nel corso delle indagini precedentemente effettuate dal Geol. Franco Giumelli, non è stato rilevato il **sistema di circolazione idrica**. Tuttavia come evidenziato nel corso di precedenti studi realizzati nel medesimo contesto morfologico e stratigrafico è possibile l'instaurarsi di un sistema di circolazione sub-superficiale, attestato nei livelli a maggior granulometria presenti. Tali sistemi di circolazione pur potendo considerare il substrato superficiale come scarsamente permeabile, è resa possibile dalle condizioni di infiltrazione efficace presenti nella coltre dei terreni argillosi, proprio per le fessurazioni che in essi si producono in seguito ai cicli di essiccazione/imbibizione (contrazione/rigonfiamento). Questi sistemi risultano pertanto caratterizzati da una forte stagionalità con lenti freatiche superficiali e discontinue, caratterizzate da livelli di soggiacenza assai variabili.

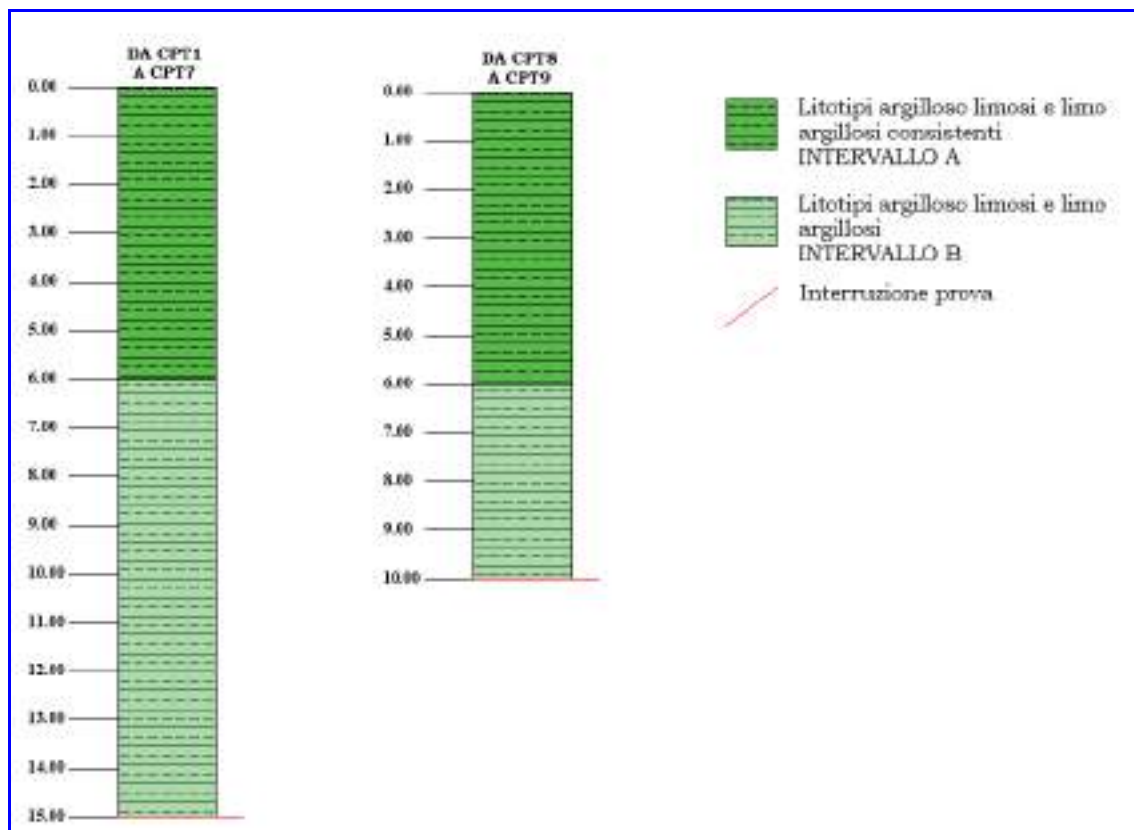
La cartografia tematica esistente, in particolare la "Tavola QC Idro A5 – Carta dei sistemi idrogeologici" delinea l'andamento delle linee isofreatiche mediante pozzi e punti di controllo della rete piezometrica. Nell'area indagata il livello piezometrico si colloca ad una quota tra i 35 ed i 30 metri s.l.m. corrispondendo ad una soggiacenza media di circa 3 m dal piano campagna.

L'area di studio, così come riportato nella cartografia tematica esistente (Carta Geologica Regione Emilia-Romagna scala 1:10.000 Tavola IV bis), si colloca in corrispondenza dei depositi di conoide alluvionale dell'**Unità Idice** appartenente all' **AES8 - Subsistema di Ravenna**. I depositi

sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi. Questi depositi corrispondono all' **Alluvium antico Q2a** (Carta Geologica d'Italia 1:100.000 foglio 73 Parma - Tavola IV) costituito da alluvioni argillose con alternanze lenticolari sabbiose nere e sabbioso-ghiaiose della media pianura, a suolo prevalentemente grigiastro.

I risultati delle indagini geognostiche realizzate permettono di supporre i seguenti intervalli reologicamente e geomeccanicamente uniformi:

Intervallo	Z _{min} (m)	Z _{max} (m)	γ (t/m ³)	γ_{SAT} (t/m ³)	γ' (t/m ³)	Cu (kg/cm ²)	Φ'	E (kg/cm ²)
			γ (kN/m ³)	γ_{SAT} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	Cu (kPa)		E (MPa)
A	0.00	-6.00	1.97	2.30	1.30	1.05	---	70
			19.32	22.56	12.75	102.97		6.86
B	-6.00	-15.00/-10.00	1.95	2.30	1.30	0.93	---	60
			19.12	22.56	12.75	91.20		5.88



Qualora lo ritenga opportuno e sotto la propria completa responsabilità, il Progettista potrà utilizzare i parametri fisico-meccanici sopra riportati, desunti dalle risultanze dell'indagine geognostica svolta in sito, ai fini della definizione del modello geotecnico (ai sensi dell'art. 6.2.2 del N.T.C. - D.M. 17/01/2018).

Studio sismico

I parametri necessari per la determinazione delle forme spettrali da utili per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati ricavati dal programma messo a punto dal Ministero "Spettri NTC-07" ver. 1.0.3 in accordo con quanto previsto dal D.M. 14/01/08

Porzione occidentale

LON	10.373166°
LAT	44.841802°
V_N	50 anni
Classe	II
C_U	1

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_o	T_c[*] (s)
SLO	30	0.042	2.528	0.239
SLD	50	0.053	2.516	0.256
SLV	475	0.124	2.507	0.293
SLC	975	0.160	2.489	0.300

Porzione orientale

LON	10.403314°
LAT	44.835359°
V_N	50 anni
Classe	II
C_U	1

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_o	T_c[*] (s)
SLO	30	0.041	2.537	0.239
SLD	50	0.052	2.522	0.257
SLV	475	0.119	2.524	0.298
SLC	975	0.154	2.495	0.306

Per la classificazione del sito in oggetto si è definito il parametro meccanico di base definito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, Vs30 realizzando indagini geofisiche in sito mediante la tecnica "MASW".

Le elaborazioni effettuate hanno permesso di attribuire al sito indagato la categoria di sottosuolo "C"

Nel contesto geologico esistente, nonostante le scarse profondità investigate, il rischio di liquefazione può essere considerato del tutto irrilevante, grazie all'analisi stratigrafica delle formazioni esistenti, che permette di **escludere con assoluta certezza la presenza di litotipi sabbiosi classati suscettibili a fenomeni di liquefazione.**

Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni 

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

 H (m) us (m)

 1 0.1

 Cat. Sottosuolo C 

 Cat. Topografica T1 

☐ Acc.ne massima attesa al sito (m/s²)  0.6

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.50
CC Coeff. funz. categoria	1.68	1.67	1.57	1.56
BT Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.013	0.038	0.049
kv	0.006	0.007	0.019	0.024
Amax (m/s²)	0.609	0.651	1.542	2.000
Beta	0.200	0.209	0.240	0.240

Studio geotecnico preliminare

I risultati rappresentano un riferimento per il progettista e saranno quindi da utilizzare in fase preliminare esclusivamente per permettere un corretto predimensionamento delle strutture fondali e non utilizzabili per le verifiche di stabilità del sistema sovrastruttura-fondazione previste dalla vigente normativa (per cui è necessario conoscere gli effettivi valori dei carichi previsti, le dimensioni esecutive delle strutture, le sollecitazioni effettivamente trasmesse dalla struttura al terreno), che dovranno essere eseguite dal progettista stesso (art. 6.2.2 N.T.C.).

I calcoli geotecnici sono stati sviluppati in via preliminare, sulla scorta delle strutture fondali ipotizzate in fase preparatoria di progetto. Il rilevato stradale verrà eseguito con il metodo della stabilizzazione a calce, la quale consiste nel procedere come primo intervento allo scotico del terreno vegetale superficiale consistente in circa 30 cm, successivamente si procede alla stabilizzazione di 3 strati dello spessore di 30 cm per un totale di 90 cm.

È stata sviluppata un'ipotesi di calcolo che vede il piano fondale impostato nelle porzioni più superficiali dei terreni di fondazione, ad una profondità di circa -1.58 m dal p.c., in corrispondenza dell'intervallo A (così come definito nel capitolo 7).

Come tipologia dell'impianto fondale sono state considerate fondazioni superficiali nastriformi.

Tipologia di fondazioni:	superficiali nastriformi
Profondità del piano di imposta:	-1.58 m da p.c.
Larghezza fondazione:	12.00 m
Altezza fondazione:	1.58 m
Carichi per SLU	centrati

Il valore di riferimento da assumere per il calcolo delle strutture è quello derivante dall'applicazione delle formule di Meyerhof con un valore di **pressione ammissibile (σ_{amm}) pari a 1.58 kg/cm².**

Il valore del **coefficiente di sottofondo k_s** , ricavato attraverso un'indagine analitica in funzione dei parametri di deformabilità del terreno e delle dimensioni della fondazione, è stato stimato in **1.00 kg/cm³** per fondazioni superficiali nastriformi.

La verifica della quota di imposta dell'impianto fondale dovrà essere condotta in fase esecutiva al fine di verificare l'effettiva uniformità litologica rispetto alle previsioni progettuali.

A seguito delle considerazioni effettuate, derivanti dalle valutazioni geologiche e geologico-tecniche formulate e fatte salve le prescrizioni di cui sopra, si ritiene di poter esprimere **un parere del tutto favorevole agli interventi in ambito di progetto.**

San Michele Tiorre, li 12 luglio 2024



Dott. Geol. Luca Calzolari

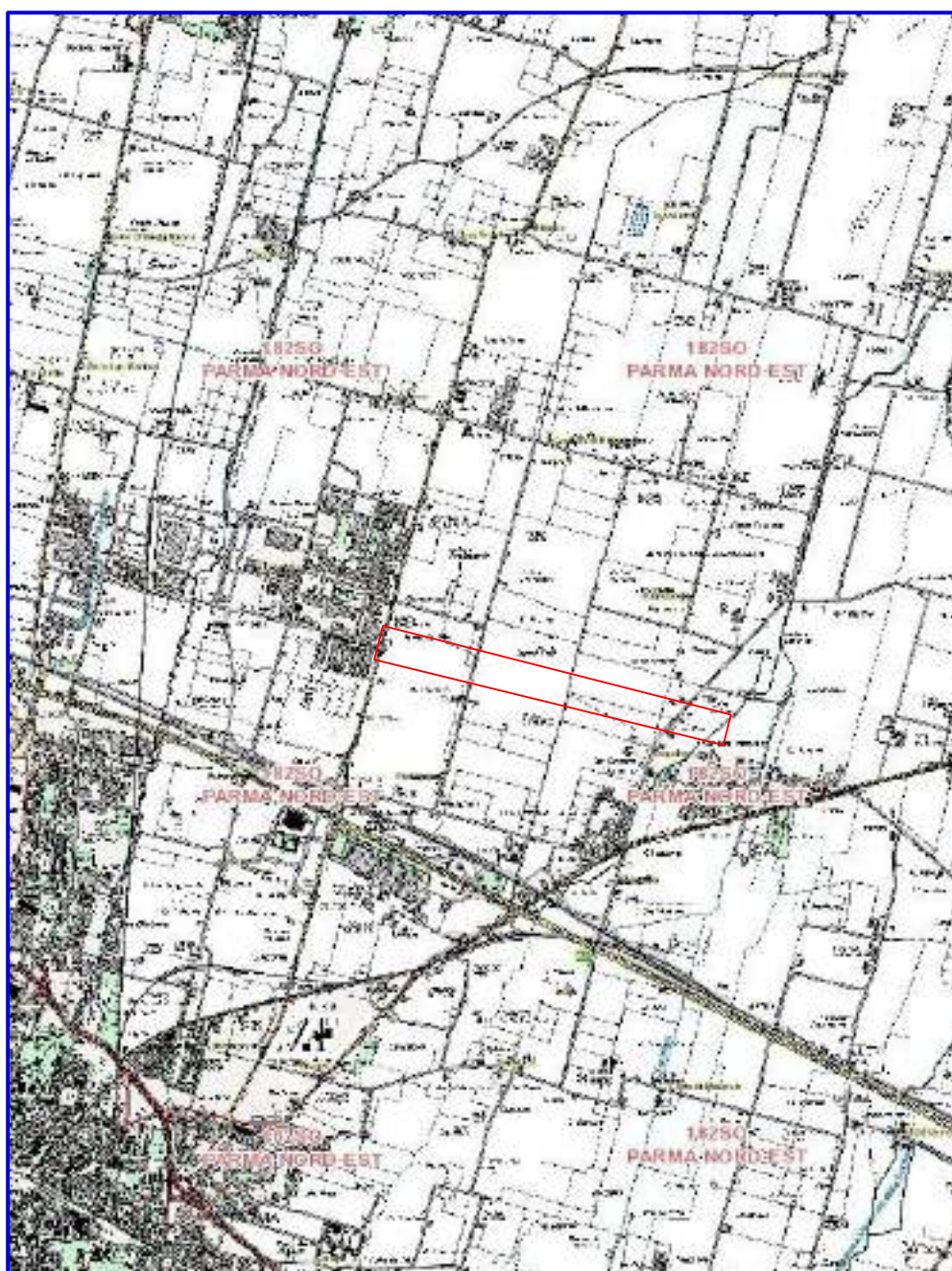
TAVOLE

Tavola I

STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE PARMA NORD EST

Tavola 182 - SO

Scala 1:25.000



(scala modificata dall'originale)



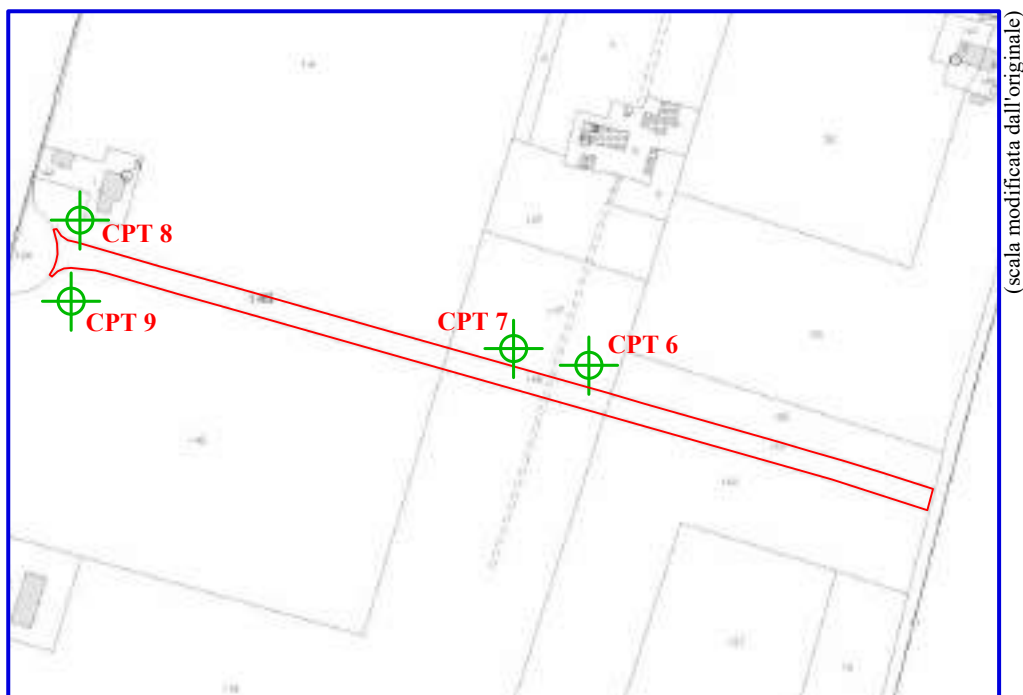
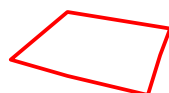
Area di ubicazione di studio

Tavola II

STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
PARMA NORD EST
Foglio 182 - SO Elementi 131-144
Scala 1:5.000



Area di ubicazione di studio

Tavola III**STRALCIO PLANIMETRICO CATASTALE E UBICAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE - Scala 1:2.000****Comune di Parma, sezione B - Foglio 28 Mappali 145, 148, 151****Comune di Parma, sezione B - Foglio 29 Mappali 65 e 62**

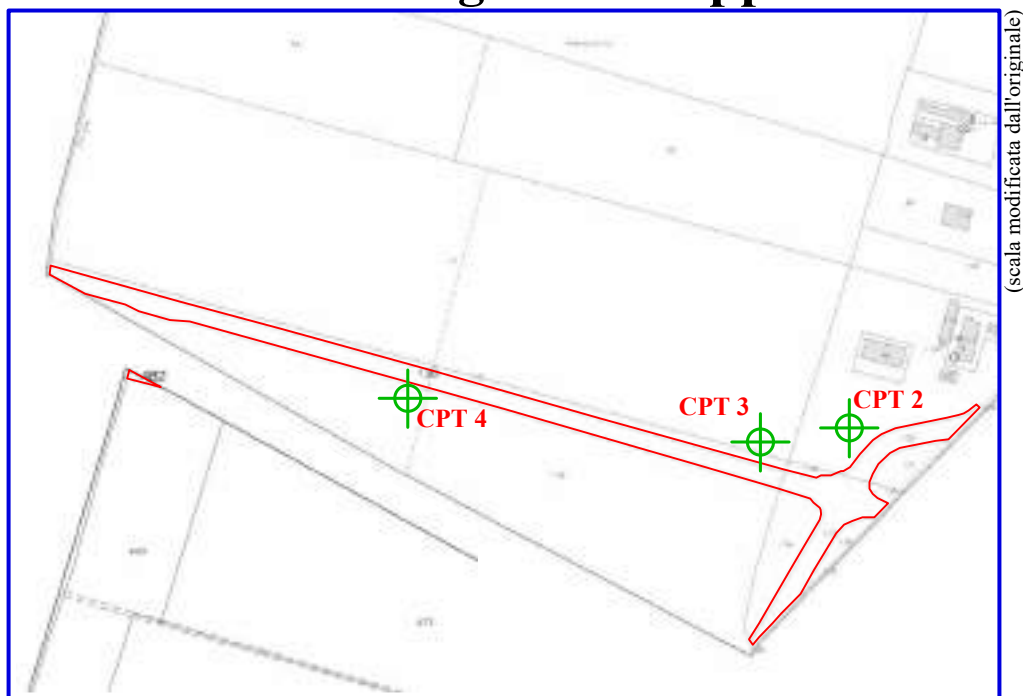
Area in oggetto di studio



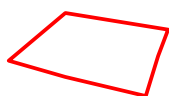
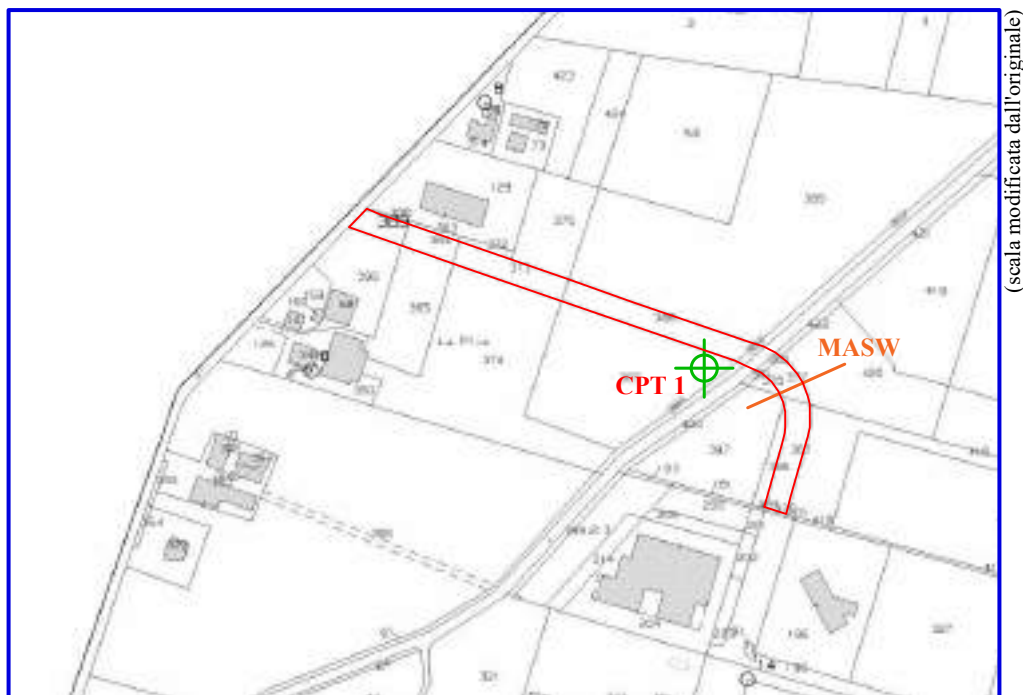
Ubicazione prove penetrometriche di tipo statico (CPT)

Tavola III bis**STRALCIO PLANIMETRICO CATASTALE E UBICAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE - Scala 1:2.000**

Comune di Sorbolo, sezione A - Foglio 30 Mappali 482, 138, 133 e 130 e Foglio 36 Mappale 482



Comune di Sorbolo - Foglio 37 Mappali 150



Area in oggetto di studio



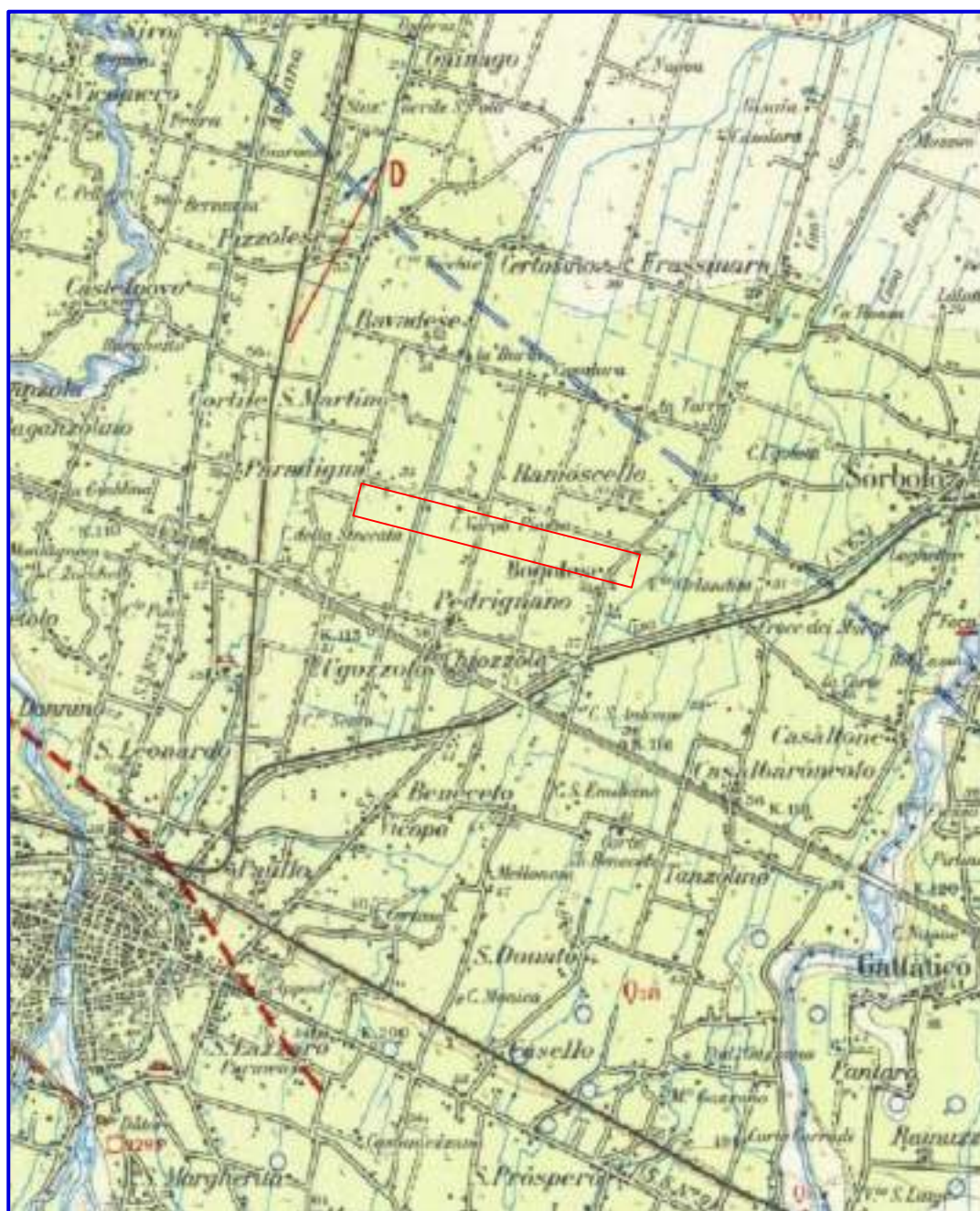
Stendimento MASW



Ubicazione prove penetrometriche di tipo statico (CPT)

Tavola IV

STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - Foglio 73 - Parma Scala 1:100.000



(scala modificata dall'originale)



Area di ubicazione edificio in oggetto di studio

LEGENDA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

- Foglio 73 -

Parma

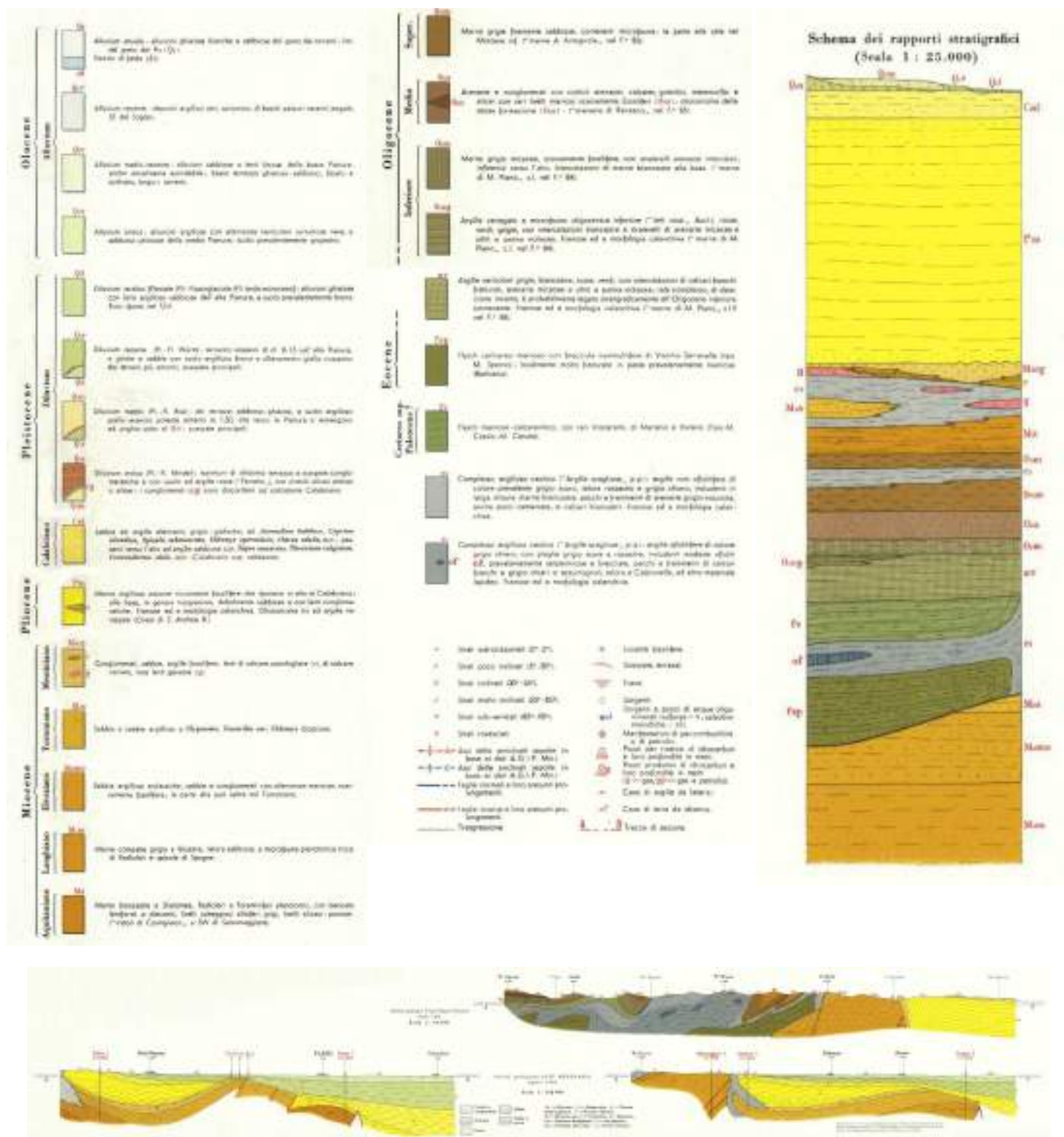


Tavola IV bis

STRALCIO CARTA GEOLOGICA REGIONALE EMILIA ROMAGNA - Scala 1:10.000



(scala modificata dall'originale)

Area di ubicazione di studio

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano



AESB - Subsistema di Ravenna

Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi; depositi intravallici terrazzati. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/C. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte retta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m.

(Pleistocene sup. - Oligocene)



AESBa - Unità di Modena

Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua; depositi alluvionali intravallici. Il profilo di alterazione è di irregolare spessore (pochi decimetri di cm) e di tipo A/C, localmente A/Bw/C. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

(Oligocene)

Simboli Convenzionali presenti nel 10.000

Tessiture:

	Argilla Limosa
	Limo Sabbioso

Tavola V

STRALCIO DEL RUE DEL COMUNE DI PARMA Scala 1:5.000



PRINCIPALI DESTINAZIONI URBANISTICHE



Sistema agricolo ambientale

Art. 1.2.2
P.A.B. Zona agricola ZEP

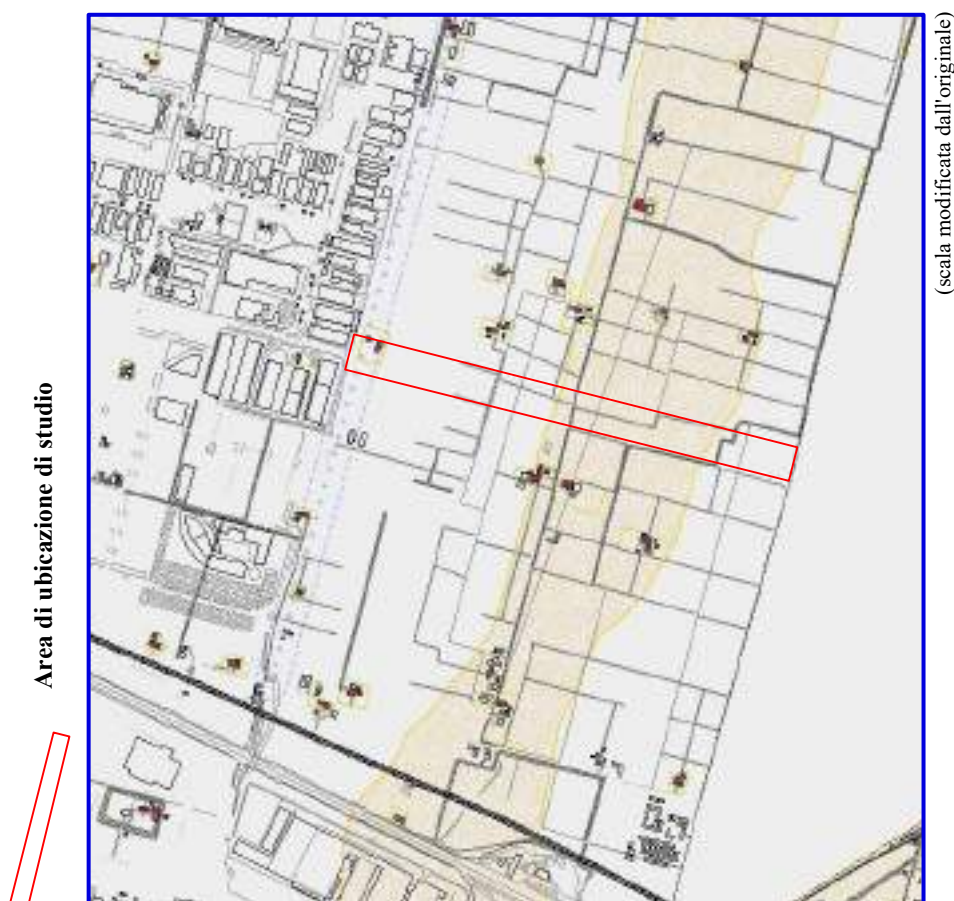
VIABILITA' E INFRASTRUTTURE

Viabilità

- | | | |
|----------------------|--|--|
| Art. 3.2.1
P.A.B. | | Viabilità esistente |
| Art. 3.2.2
P.A.B. | | Viabilità di progetto |
| Art. 3.2.3
P.A.B. | | Potenziamento della viabilità esistente |
| Art. 3.2.4
P.A.B. | | Pertinenze stradali |
| Art. 3.2.4
P.A.B. | | Edifici interessati dalla realizzazione di opere pubbliche stradali, ferroviarie o idrauliche. Edifici impattati |
| Art. 3.2.4
P.A.B. | | Edifici interessati dalla realizzazione di opere pubbliche stradali, ferroviarie o idrauliche. Edifici riciclati |

Tavola VI

STRALCIO DEL PSC DEL COMUNE DI PARMA Scala 1:5.000



Aree ed elementi di interesse ambientale e storico-territoriale	
art. 3.18 (art. 8.3.5 N.B.)	Edificio di valore architettonico ambientale e storico-territoriale (PSC)
art. 3.19 (art. 8.3.5 N.B.)	Edificio storico di valore storico (PSC)
art. 3.20 (art. 8.3.5 N.B.)	Area di protezione degli edifici di valore architettonico, ambientale e storico-territoriale (PSC)
Aree di valorizzazione del paesaggio	
art. 3.14 (art. 8.3.5 N.B.)	Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale (PSC art. 14)
art. 3.22 (art. 8.3.5 N.B.)	Paesaggio del territorio agricolo (PSC)
art. 3.15 (art. 8.3.5 N.B.)	Paesaggio storico (PSC art. 15)
art. 3.23 (art. 8.3.5 N.B.)	Paesaggio storico (PSC art. 15)
art. 3.24 (art. 8.3.5 N.B.)	Paesaggio (PSC art. 15)
art. 3.25 (art. 8.3.5 N.B.)	Paesaggio (PSC art. 15)

Tavola VII

STRALCIO DEL PSC DEL COMUNE DI PARMA Scala 1:5.000



Elementi del paesaggio storico		
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Altri edifici storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Edifici storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.3.7 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
Elementi caratterizzanti l'aspetto della certificazione		
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Area caratterizzata dalla presenza di elementi storici della certificazione (P.S.C. art. 5.28)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Strada (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Strada pedonale e ciclopedonale (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)
art. 5.28 (art. 6.4.1 P.S.C.)		Canali storici (P.S.C.)

Tavola VIII

**STRALCIO DEL PSC
DEL COMUNE DI PARMA
Scala 1:5.000**

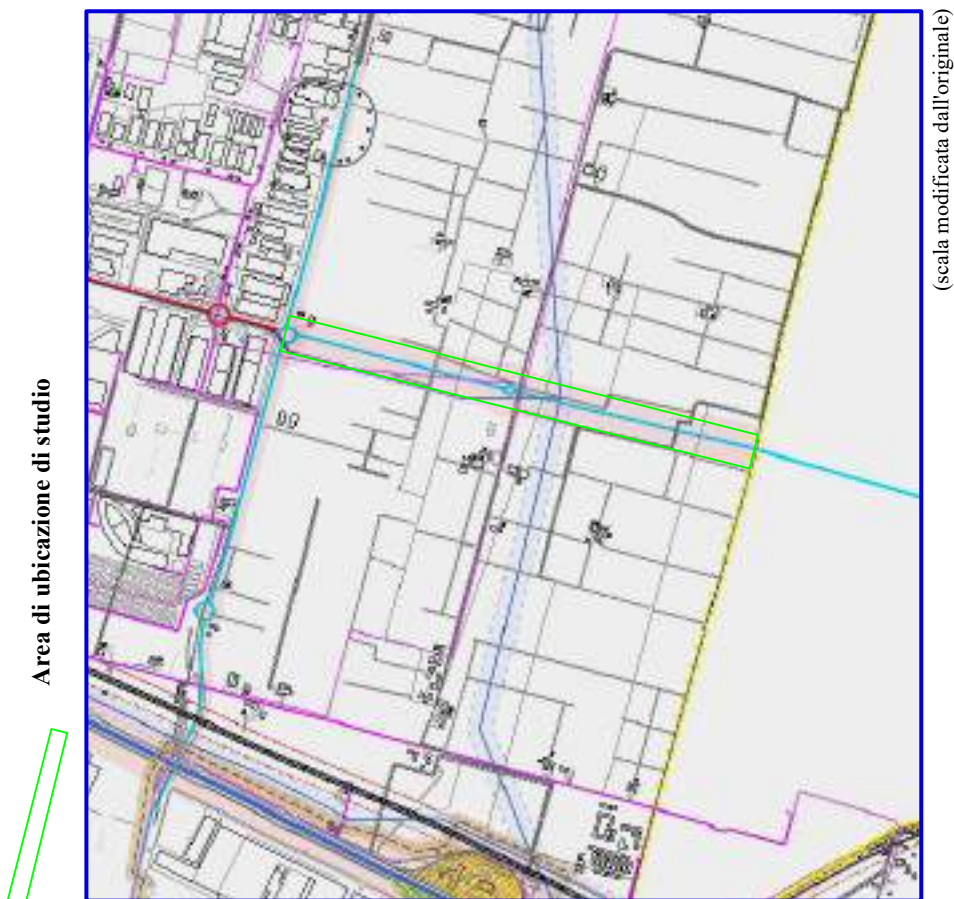


Tavola IX

STRALCIO DEL PSC DEL COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:5.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



SISTEMA DEL TERRITORIO RURALE: AMBIENTI E ZONE AGRICOLE		Capo 30	Capo 48	
Aa.1	Ambienti rurali di valore naturalistico e ambientale			
Sub ambiente Aa.1.1	Insediamenti rurali	318	311	13
Sub ambiente Aa.1.2	Talune con frangente, forte naturalistico	3-12	311	13
Aa.2	Ambienti agricoli di valore paesaggistico	31	311	13
Aa.3	Ambienti agricoli perenni di forte interesse	31	311	13
Aa.4	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.5	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.6	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.7	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.8	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.9	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.10	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.11	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.12	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.13	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.14	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.15	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.16	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.17	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.18	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.19	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.20	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.21	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.22	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.23	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.24	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.25	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.26	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.27	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.28	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.29	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.30	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.31	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.32	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.33	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.34	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.35	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.36	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.37	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.38	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.39	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.40	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.41	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.42	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.43	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.44	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.45	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.46	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.47	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.48	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.49	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.50	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.51	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.52	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.53	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.54	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.55	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.56	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.57	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.58	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.59	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.60	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.61	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.62	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.63	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.64	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.65	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.66	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.67	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.68	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.69	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.70	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.71	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.72	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.73	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.74	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.75	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.76	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.77	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.78	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.79	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.80	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.81	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.82	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.83	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.84	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.85	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.86	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.87	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.88	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.89	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.90	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.91	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.92	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.93	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.94	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.95	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.96	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.97	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.98	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.99	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13
Aa.100	Ambienti agricoli di alta qualità agricola	31	311	13

Tavola X

STRALCIO DEL PSC DEL COMUNE DI PARMA

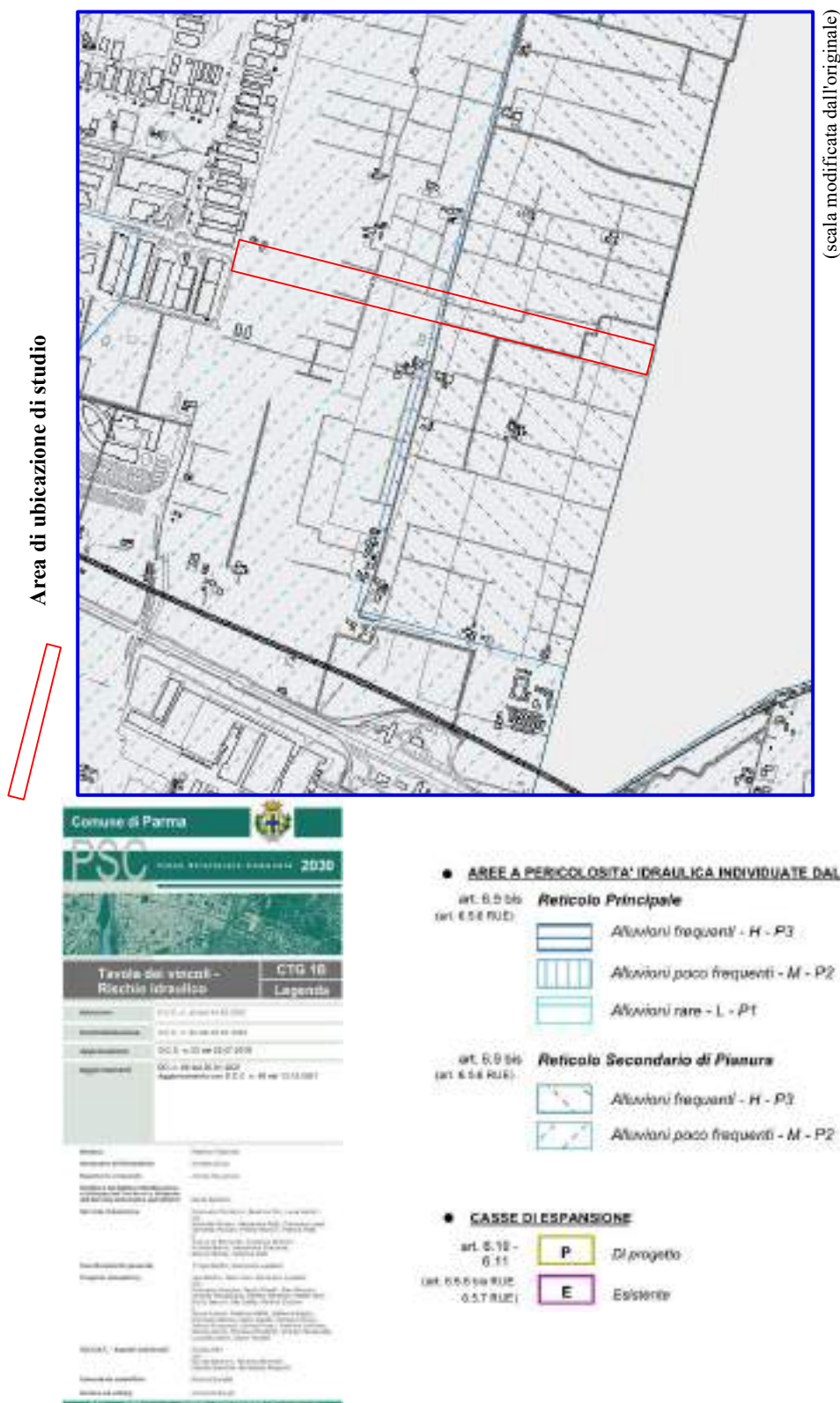


Tavola XI

STRALCIO PTCP DELLA PROVINCIA DI PARMA
Tutela ambientale, paesistica e storico culturale
Scala 1:25.000

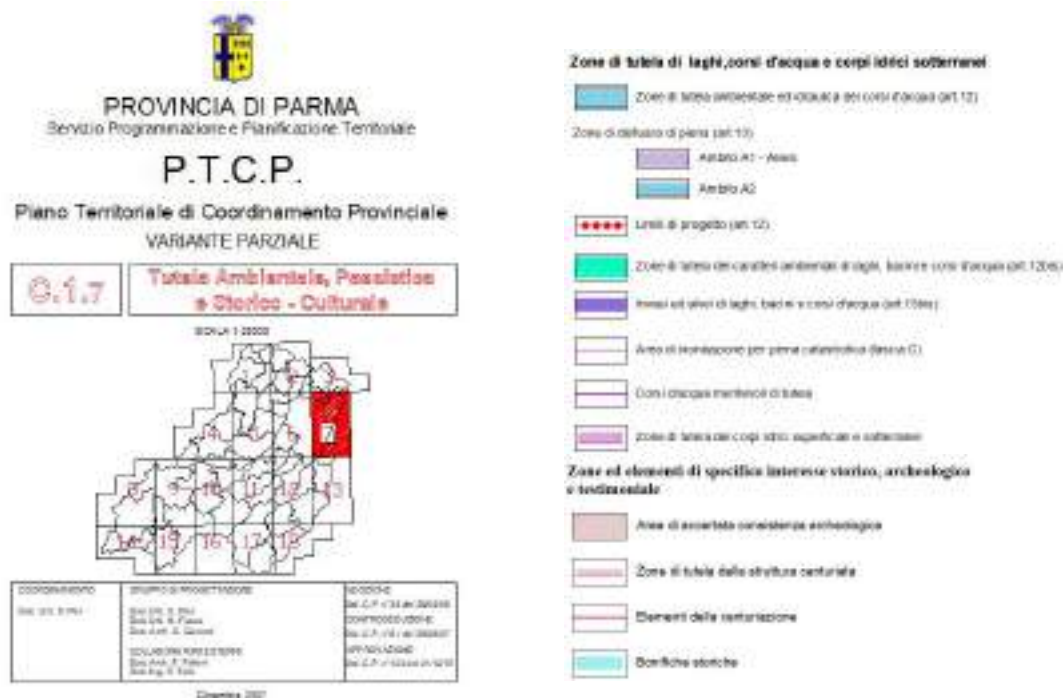
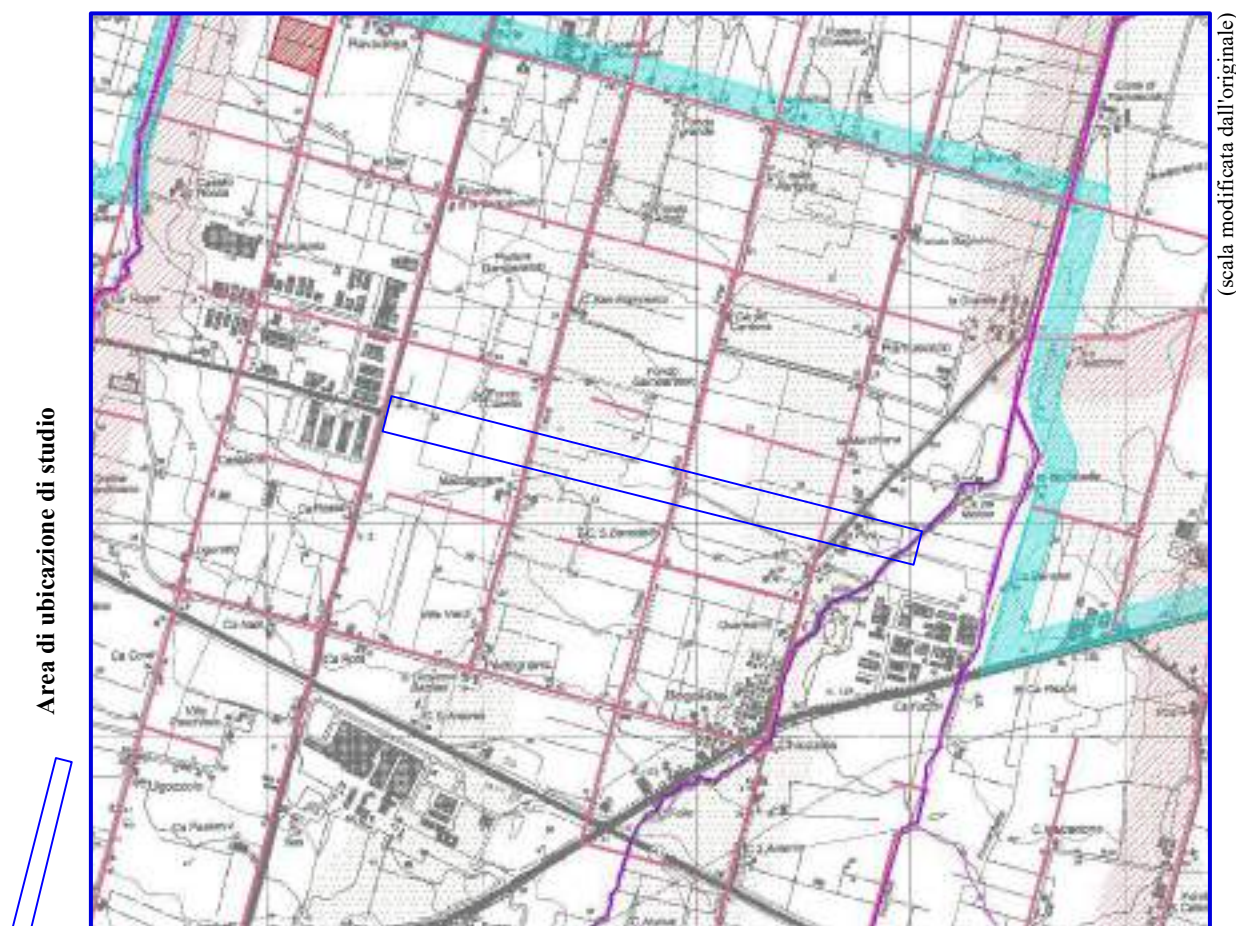
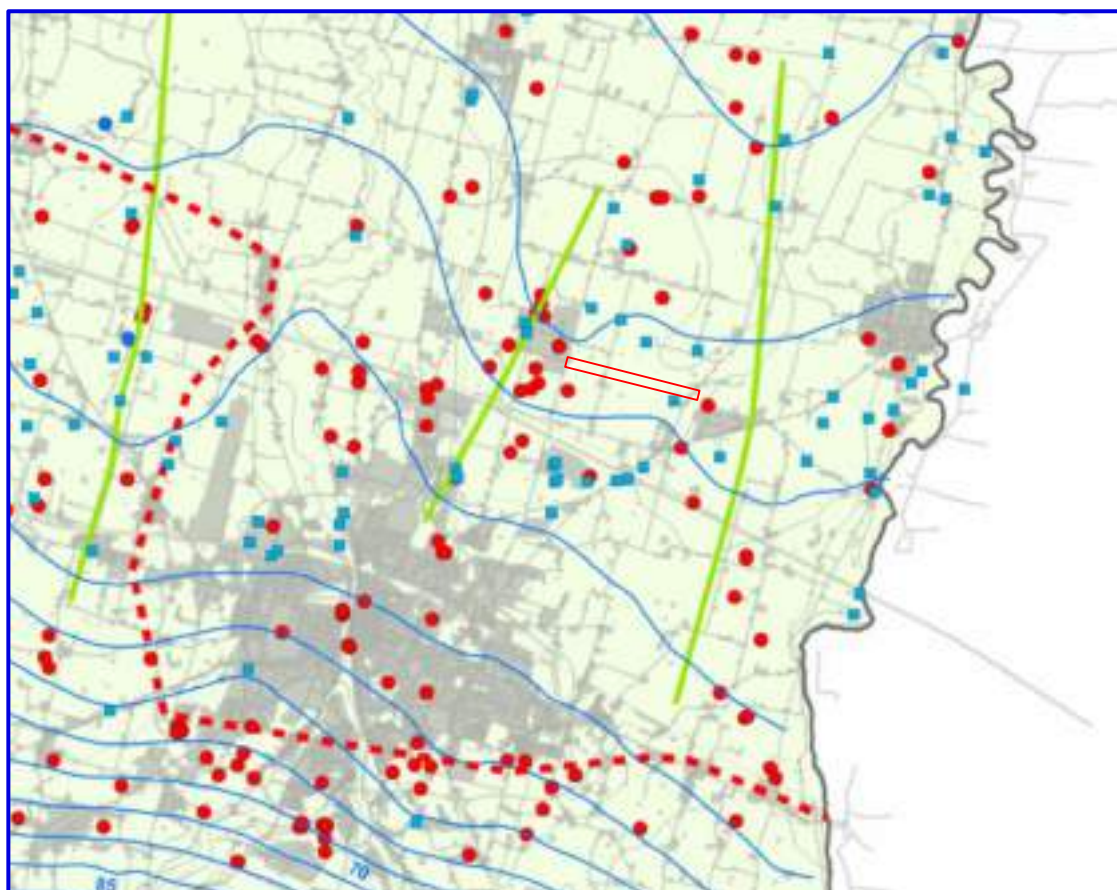


Tavola XII

STRALCIO CARTA DEL PIANO INFRAREGIONALE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE Scala 1:25.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



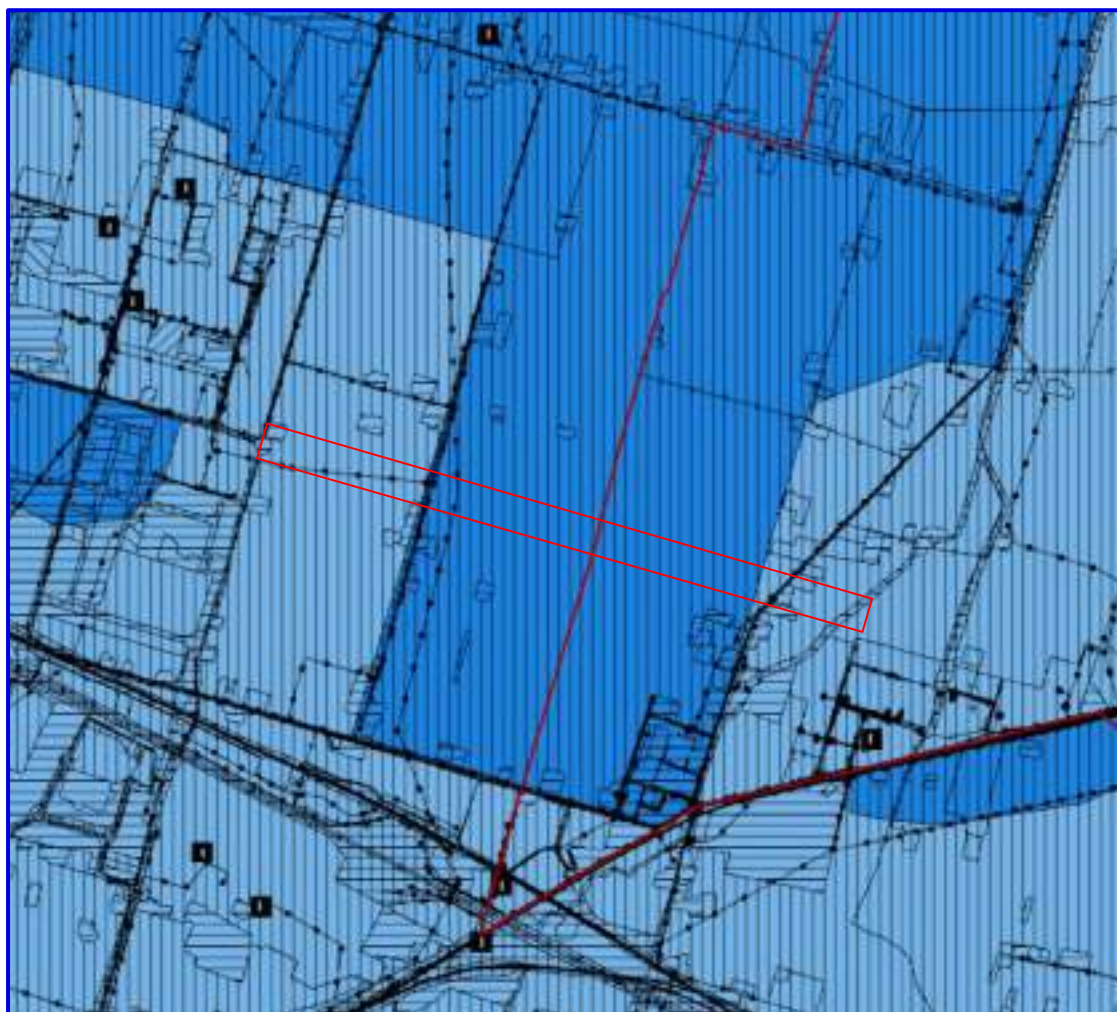
Analisi idrogeologica della pianura parmense

- Depositi alluvionali di pianura
- Limite freatico
- Linee isohetiche
- Asse di drenaggio
- Pozzi
- Sorgenti non captate
- Sorgenti storiche (I.B.C.)
- Sorgenti captate
- Sorgenti con deposito di travertino
- Cavità e grotte
- Faglie
- Concessioni minerarie
- Limite delle zone di protezione delle acque sotterranee pedecollina-pianura

Tavola XIII

STRALCIO CARTA DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI Tavola della Pericolosità

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Tavola XIII bis

STRALCIO CARTA DEL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI Tavola del Rischio

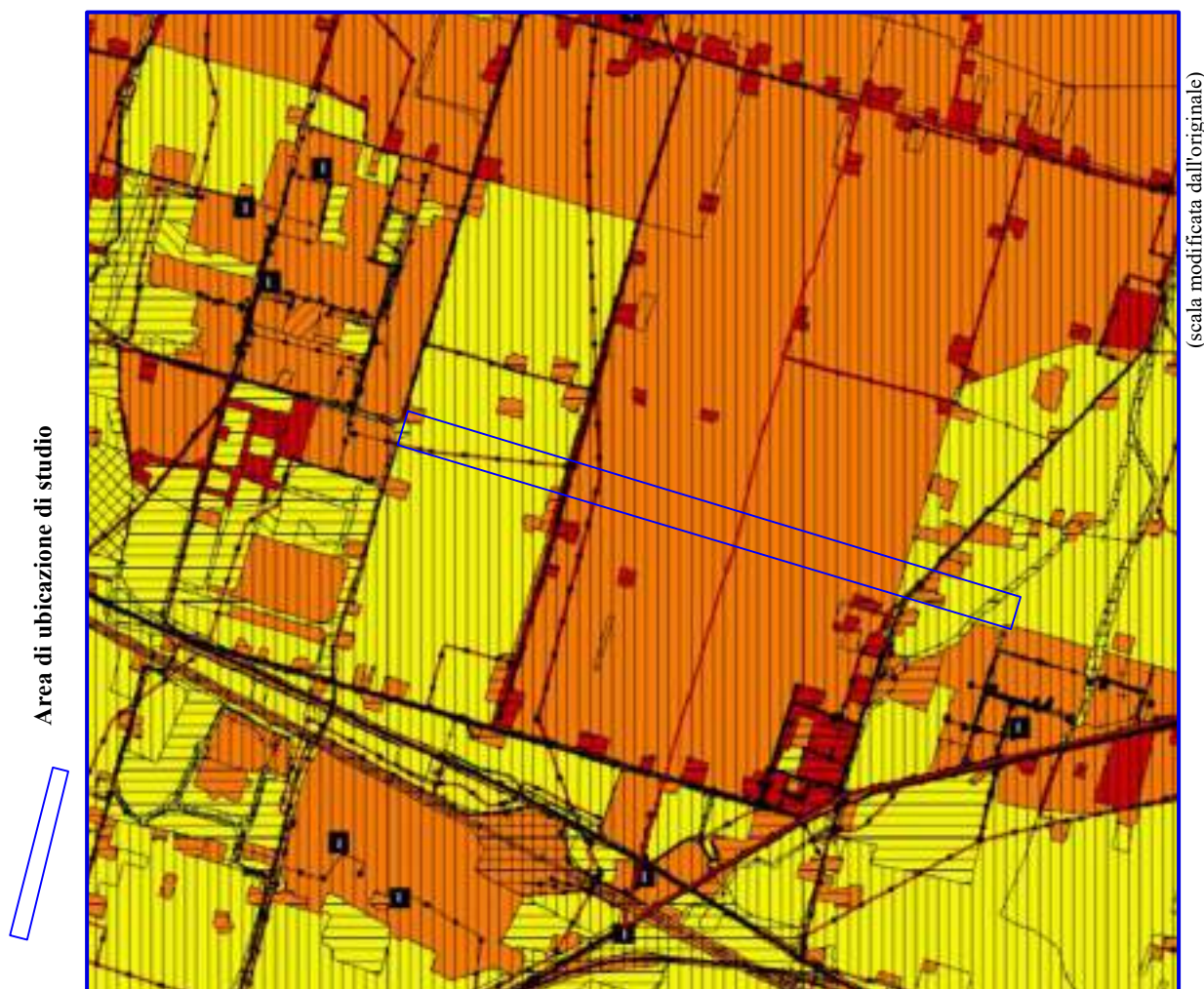


Tavola XIV

STRALCIO CARTA DELLE INDAGINI COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)

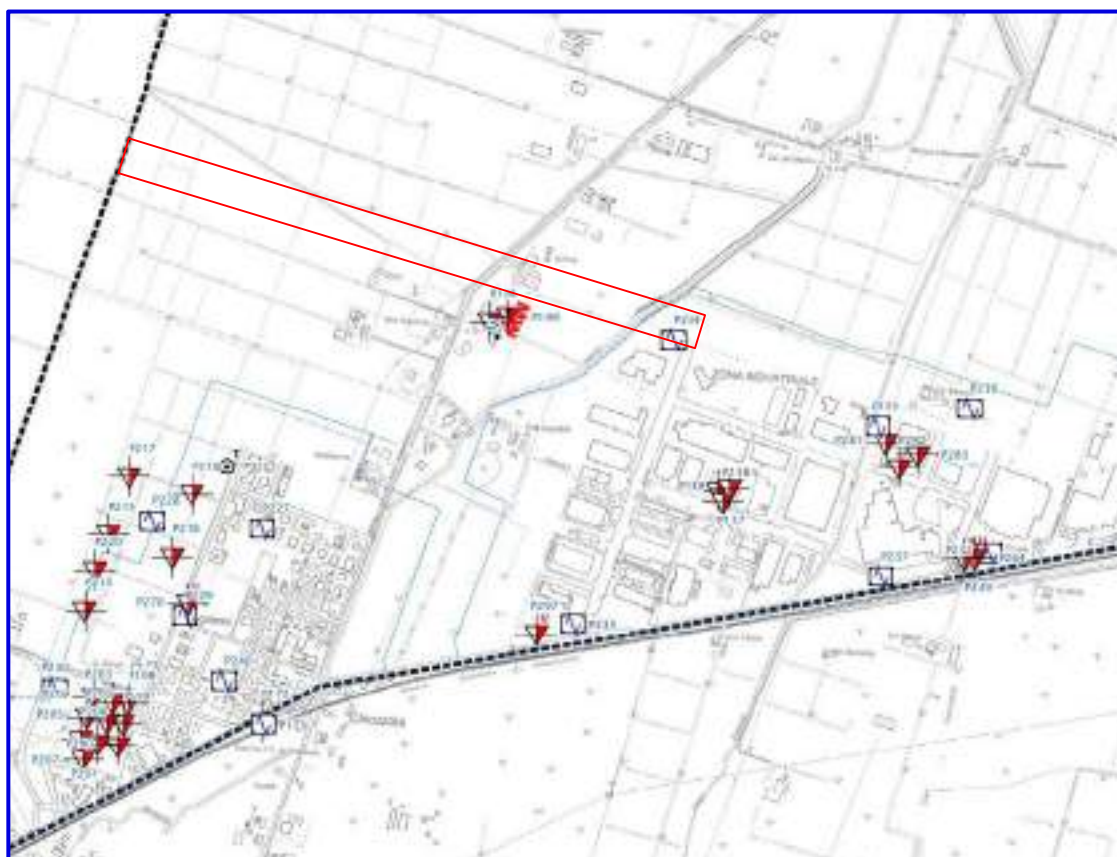


- Confine comunale
- Urbanizzazione**
 - Territorio urbanizzato
- Ind_pu**
 - Sondaggio a carotaggio continuo
 - Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
 - Prova penetrometrica statica con piezocono
 - Pozzo per acqua
 - Prova sismica in foro tipo Down-hole
 - Prova penetrometrica con cono sismico
 - Stazione microtremore a stazione singola
- Ind_In**
 - Prova REfractionMicrotremors

Tavola XV

STRALCIO CARTA DELLE INDAGINI COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



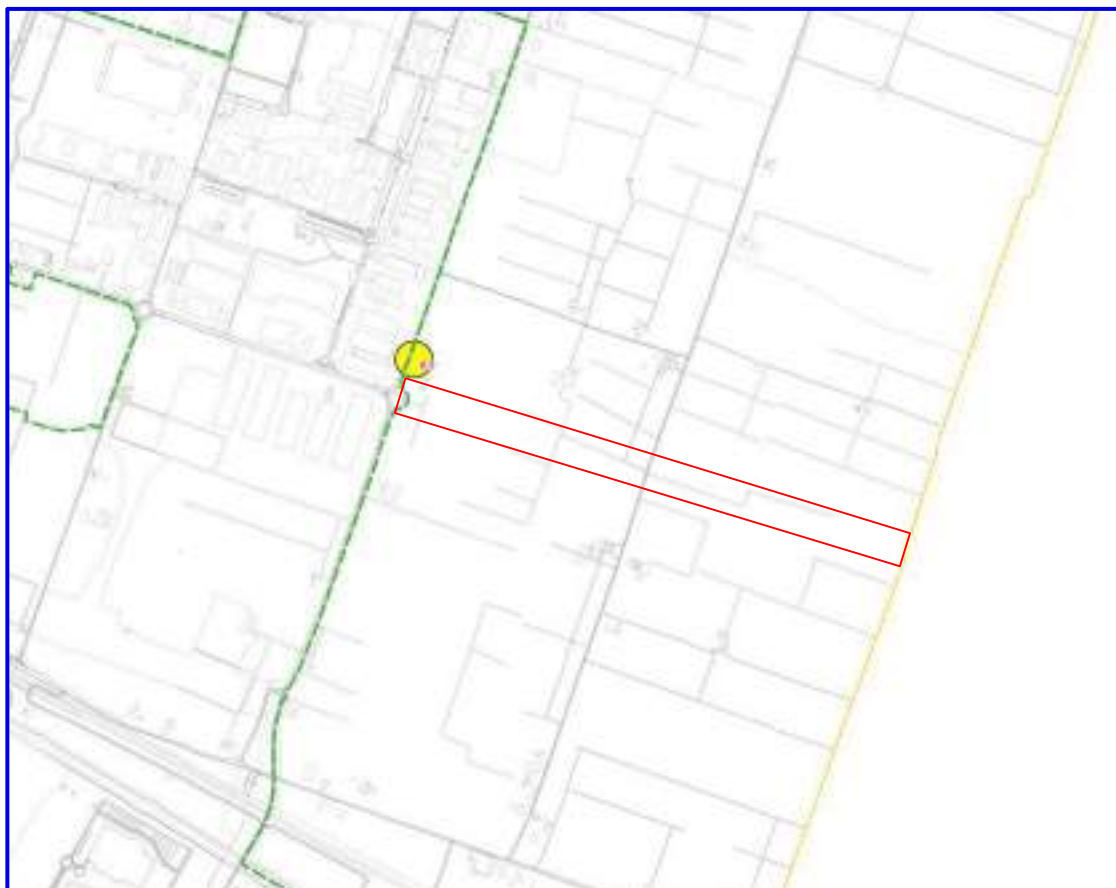
(scala modificata dall'originale)



Tavola XVI

STRALCIO CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

Classi di frequenza (Hz)	
Nessun picco significativo	
$f_0 < 0,6$ Hz	
$0,6$ Hz $< f_0 < 1$ Hz	
1 Hz $< f_0 < 2$ Hz	
2 Hz $< f_0 < 8$ Hz	
$f_0 > 8$ Hz	

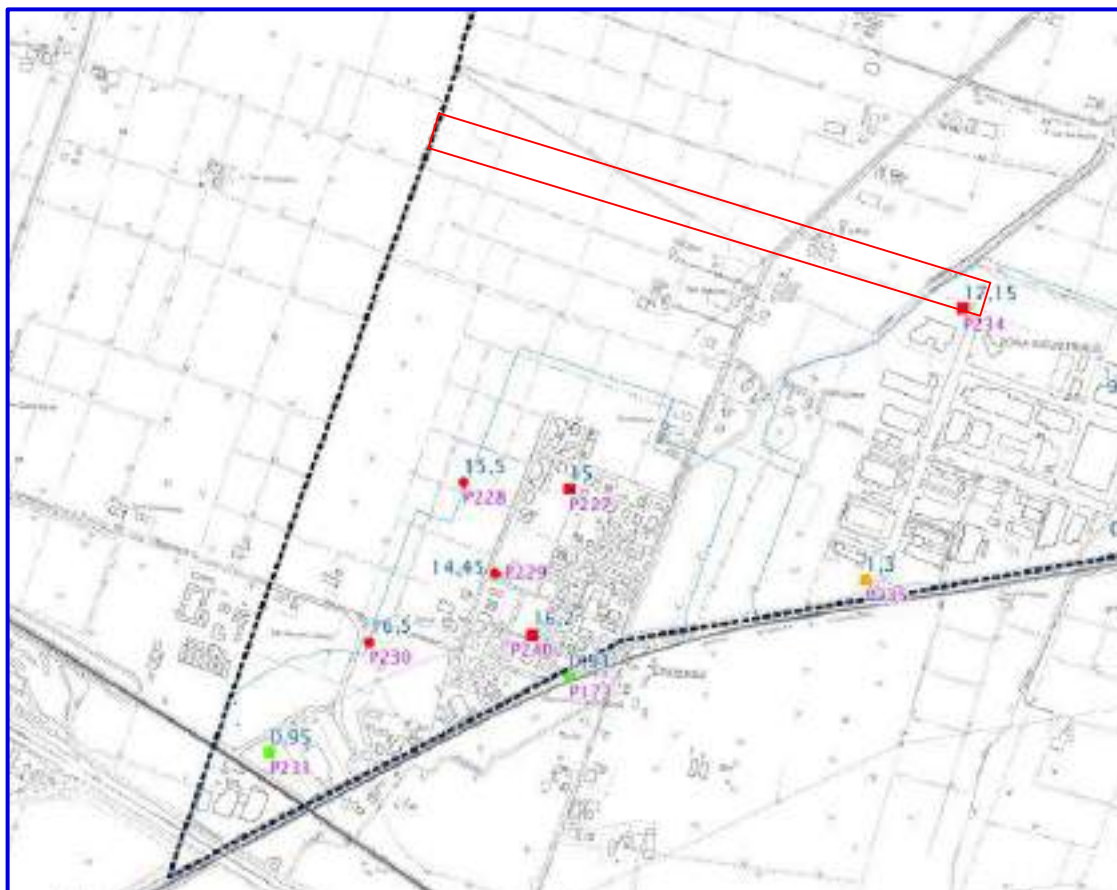
FREQUENZA PRINCIPALE E RELATIVO VALORE (Hz)

- Ampiezza picco HSWR ≥ 3
Contrasto impedenza elevato
- Ampiezza picco $2 \leq$ HSWR < 3
Contrasto impedenza moderato
- Ampiezza picco $1,5 \leq$ HSWR < 2
Contrasto impedenza basso
- Ampiezza picco HSWR $< 1,5$
Assenza significativi contrasti impedenza
- FREQUENZA SECONDARIA (QUANDO PRESENTE) E RELATIVO VALORE (Hz)

Tavola XVII

STRALCIO CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Frequenza picco significativo (Hz)	Ampiezza picco			
	< 1,5	1,5 < H/V < 2	2 < H/V < 3	> 3
0,5 < f ₀ < 1	▲	■	●	
1 < f ₀ < 2	▲	■		
2 < f ₀ < 3	▲	■		
f ₀ > 3	▲	■	●	●

A lato del simbolo sono riportate le seguenti indicazioni:

1,7 frequenze del primo picco significativo

P235 numero del sito di indagine

Tavola XVIII

STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - MOPS COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001** Zona 1: Terreni granulari ghiaiosi grossolani con copertura geotecnica di spessore variabile da 0 a 5 m
- 2002** Zona 2: Terreni granulari ghiaiosi grossolani con copertura coniva limo-argilla di spessore variabile da 5 a 10 m
- 2003** Zona 3: Terreni granulari ghiaiosi grossolani con copertura geotecnica di spessore variabile da 1 a 16 m
- 2004** Zona 4: Terreni prevalentemente sabbiosi con chori granulari fini di spessore complessivo variabile da 18 a 28 m su livelli ghiaiosi profondi
- 2005** Zona 5: Terreni sabbiosi-granulari limo-sabbiosi di spessore inferiore a 5 m su livelli prevalentemente coesivi di spessore variabile da 70 a 20 m a loro volta su livelli ghiaiosi profondi
- 2006** Zona 6: Terreni sabbiosi limo-sabbiosi con sabbie entro i primi 18-30 m su livelli ghiaiosi profondi
- 2007** Zona 7: Terreni granulari ghiaiosi superficiali su livelli coesivi argillosi a loro volta su livelli ghiaiosi profondi

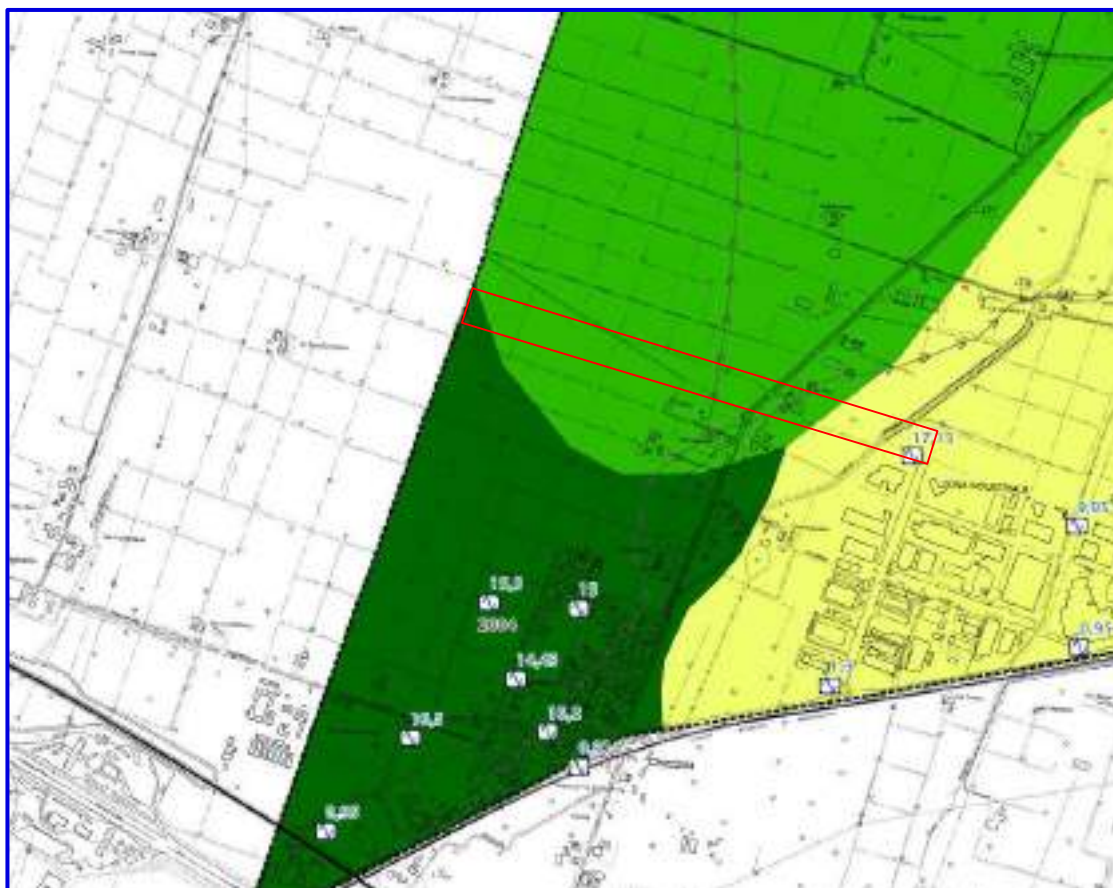
Punti di misura di rumore ambientale

- Punto di misura di rumore sismico con indicazione del valore di 60

Tavola XIX

STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - MOPS COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001** Zona 1: Depositi alluvionali di piano inondabile, costituiti da argille limose a profondità variabili tra 5 e 10 m dal piano campagna, seguiti da sabbie da fine a grossolane con locali accumuli di depositi ghiaiosi per oltre 25-30 metri. $V_{S30} = 100 \text{ m/sec}$.
- 2002** Zona 2: Nei primi 10-15 m dal piano campagna, presenza di depositi alluvionali di piano inondabile, costituiti prevalentemente da argille marcescenti con intercalazioni decimetriche di argille limose e sabbiose. A seguire sabbie da fine a grossolane con locali accumuli di depositi ghiaiosi per oltre 25-30 metri. $V_{S30} = V_{S30} = 213 \text{ m/sec}$.
- 2003** Zona 3: Nei primi 10-20 m dal piano campagna, presenza di depositi alluvionali di piano inondabile, costituiti prevalentemente da argille marcescenti con intercalazioni decimetriche di argille limose e sabbiose. A seguire sabbie da fine a grossolane con locali accumuli di depositi ghiaiosi per oltre 25-30 metri. $V_{S30} = V_{S30} = 200 \text{ m/sec}$.
- 2004** Zona 4: Nei primi 7-10 m dal piano campagna, presenza di argille limose di piano inondabile, seguito da uno strato di 5-7 metri di sabbie medie e ghiaietto, seguiti da argille limose e fine fino a profondità variabili tra 10-30 metri dal piano campagna, con i resti di depositi torbosi e successivamente depositi sabbiosi da fine a grossolani di spessore variabile con locali livelli di ghiaia.
- 2005** Zona 5: Depositi alluvionali di piano inondabile nei primi 10-20 m dal piano campagna, costituiti da argille organiche seguiti da depositi sabbiosi da fine a grossolani di spessore variabile con locali livelli di ghiaia. $V_{S30} = 218 \text{ m/sec}$.

Tavola XX

STRALCIO CARTA DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO S COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



- 12 Sezione sismotettonica a scala 1:10.000
- 13 Rete sismica in scala 1:10.000
- 14 Rete sismica in scala 1:10.000
- 15 Rete sismica in scala 1:10.000

11	Preferibilità (in da p.) del sistema di velocità più significativo individuato dalle misure di microzonazione sismica (V ₅₀) e correlabile all'interfaccia (per il "rigido") e "sottostante rigido" (V ₅₀ = 800 m/s) o "non rigido" (V ₅₀ = 800 m/s) sottostante.
V ₅₀	Velocità (in da p.) delle onde di taglio S del sistema di "superficie" correlabile al "sottostante rigido" (V ₅₀ = 800 m/s) o "non rigido" (V ₅₀ = 800 m/s).
V ₅₀	Velocità (in da p.) delle onde di taglio S nel primo 30 m di terreno.

Tavola XXI

STRALCIO CARTA DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO S COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



225



Prova penetrometrica con cono sismico con indicato il valore di Vs30

201



MASW con indicato il valore di Vs30

268



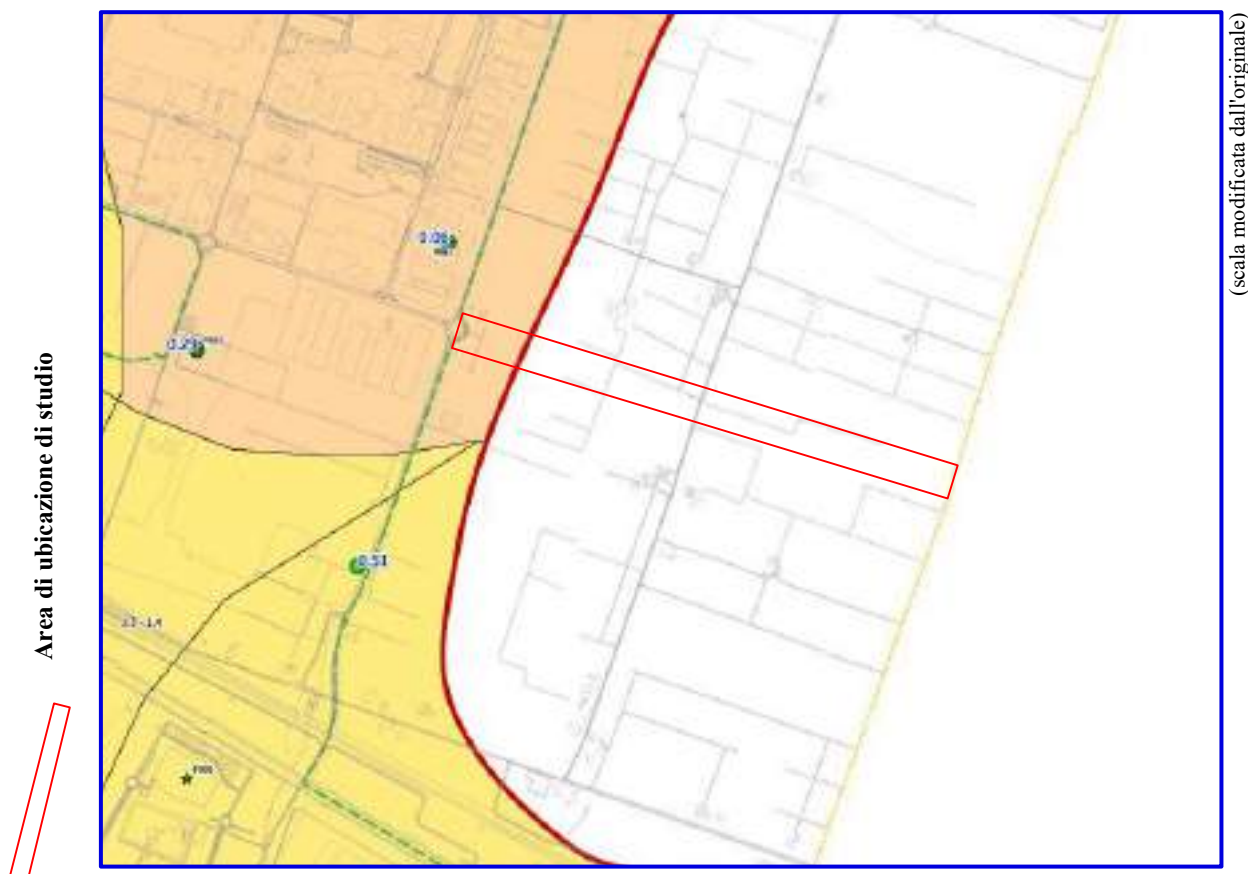
Profilo sismico a rifrazione con indicato il valore di Vs30



Regione Emilia-Romagna	Progetto e realizzazione: Dott. Luca Calzolari, Dott. Andrea COMPTON Dott. Carlo Alessandro Biondi Dott. Luca Vignati	Redazione: Aprile 2022 Revisione: Maggio 2022
---------------------------	---	--

Tavola XXII

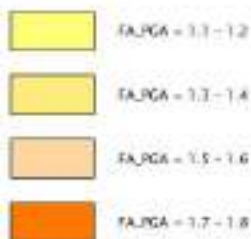
STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3 FA-PGA COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000



MICROZONAZIONE SISMICA
Tav. 5b - Carta di microzonazione
sismica FA_{PGA}
scala 1:10.000
Regione Emilia-Romagna
Comune di Parma



Zone stabili suscettibili
di amplificazioni locali



Verticale di verifica alla
liquefazione con indicato
il valore di IL

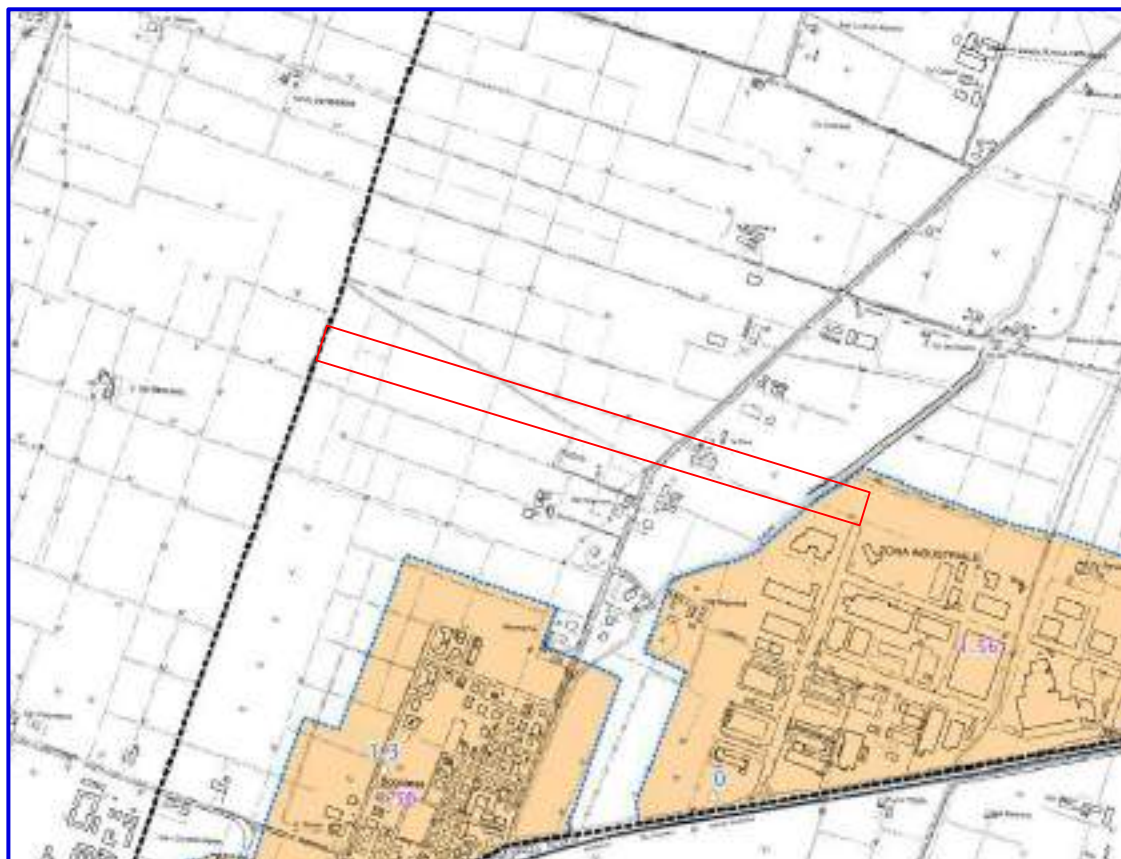
IL < 2



Tavola XXIII

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3 FA-PGA COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

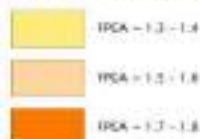
Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)



Valore puntuale dell'Indice di Liquefazione IL (Sonmez, 2003)

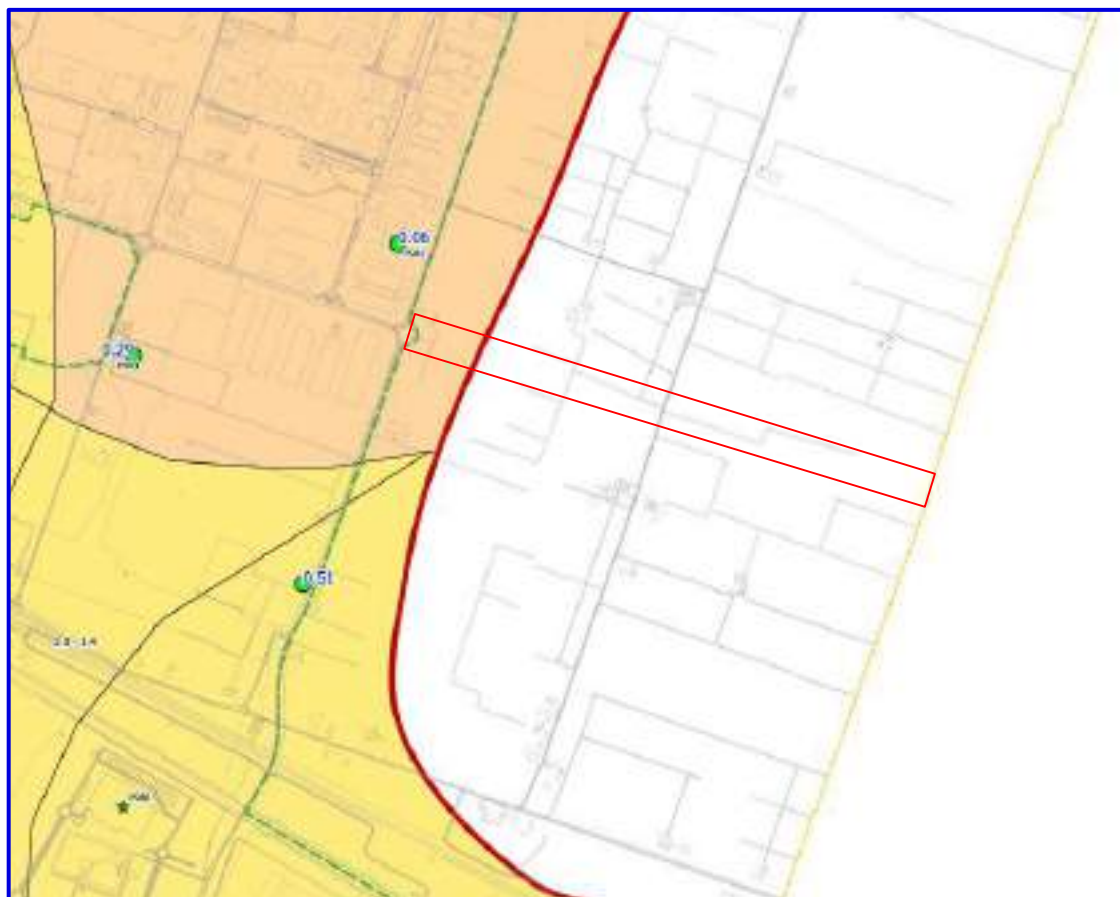
Verifiche ICFTu/SCPTu



Tavola XXIV

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA-SA 0.1 - 0.5 s - COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



MICROZONAZIONE SISMICA Tav. 6b - Carta di microzonazione sismica FA-SA 0.1-0.5 s scala 1:10.000

Regione Emilia-Romagna
Comune di Parma



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	FA-SA 0.1-0.5 s ≤ 1.0
	FA-SA 0.1-0.5 s $\leq 1.1 - 1.2$
	FA-SA 0.1-0.5 s $\leq 1.3 - 1.4$
	FA-SA 0.1-0.5 s $\leq 1.5 - 1.6$
	FA-SA 0.1-0.5 s $\leq 1.7 - 1.8$

Verticale di verifica alla liquefazione con indicato il valore di IL

IL ≤ 2



Tavola XXV

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA 0.1 - 0.5 s - COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)



Valore puntuale dell'Indice di Liquefazione IL (Sonnez, 2003)



Tavola XXVI

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA-SA 0.4 - 0.8 s - COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



MICROZONAZIONE SISMICA
Tav. 7b - Carta di microzonazione
sismica FA_{SA} 0.4 - 0.8 s
scala 1:10.000
Regione Emilia-Romagna
Comune di Parma



Zone stabili suscettibili
di amplificazioni locali

	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 1.3 - 1.6
	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 1.7 - 1.8
	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 1.9 - 2.0
	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 2.1 - 2.2
	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 2.3 - 2.4
	FA _{SA} 0.4 - 0.8 s = 2.5 - 2.8

Verticale di verifica alla
liquefazione con indicato
il valore di IL

IL = 2



Tavola XXVII

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA 0.4 - 0.8 s - COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)



Valore puntuale dell'Indice di Liquefazione IL (Sonnez, 2003)

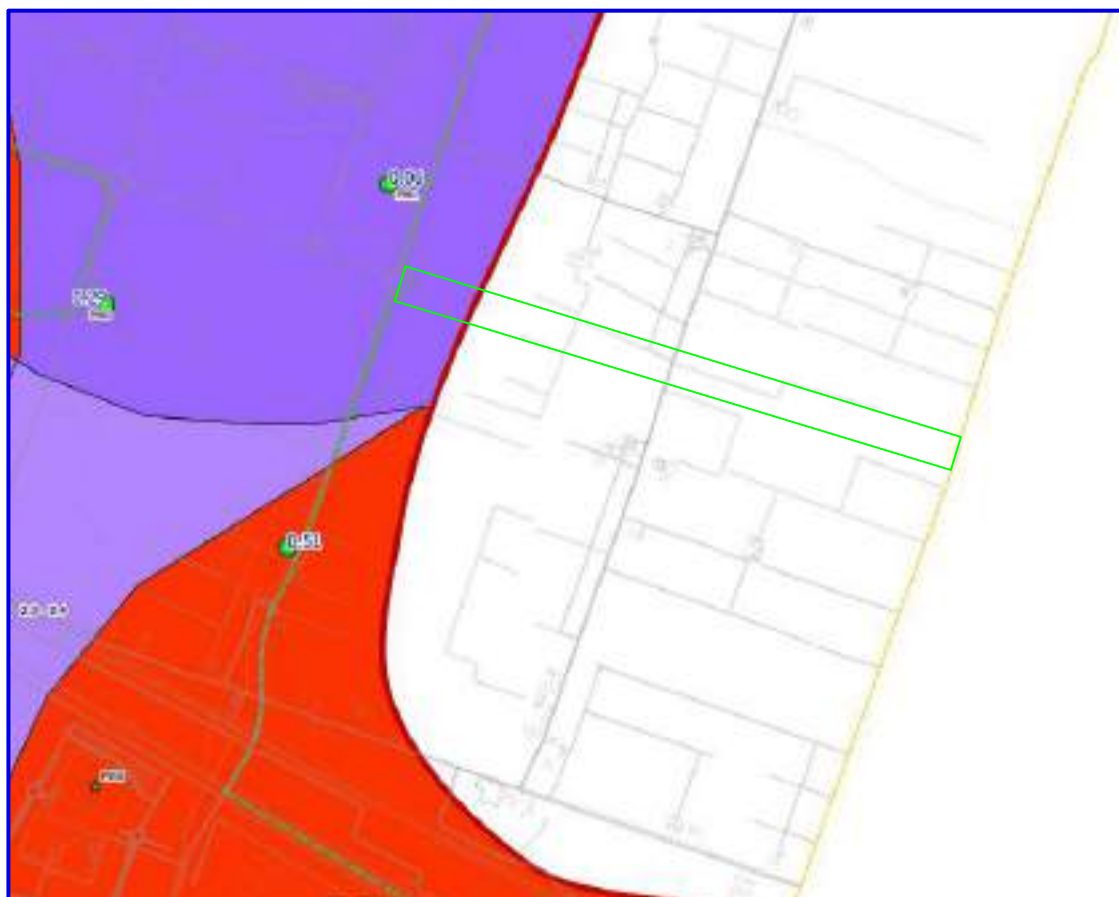
Verifiche (OPTa/SCPTa)



Tavola XXVIII

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA-SA 0.7 - 1.1 s - COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



MICROZONAZIONE SISMICA Tav. 8b - Carta di microzonazione sismica FA 0.7-1.1 s

scala 1:10.000
Regione Emilia-Romagna
Comune di Parma.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

FA-SA 0.7-1.1 s = 1.7 - 1.8
FA-SA 0.7-1.1 s = 1.9 - 2.0
FA-SA 0.7-1.1 s = 2.1 - 2.2
FA-SA 0.7-1.1 s = 2.3 - 2.4
FA-SA 0.7-1.1 s = 2.5 - 3.0
FA-SA 0.7-1.1 s = 3.1 - 5.5

Verticale di verifica alla liquefazione con indicato il valore di IL

IL = 2



Tavola XXIX

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA 0.7 - 1.1 s - COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

FA0.7T1 = 1.7 - 1.8

FA0.7T1 = 2.1 - 2.2

Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)

25a - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0.7T1 = 1.5 - 1.6, 2 < R < 3

25a - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0.7T1 = 1.5 - 1.6, 3 < R < 15

25a - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0.7T1 = 1.7 - 1.8, 3 < R < 15

25a - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0.7T1 = 1.9 - 2.0, 5 < R < 15

25a - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0.7T1 = 2.1 - 2.2, 5 < R < 15

Valore puntuale dell'indice di Liquefazione IL (Sonmez, 2003)

Verifiche (EFTu/SDPTu)

0.1 Pericolosità per liquefazione bassa (R < 2)

1.5 Pericolosità per liquefazione moderata (2 < R < 5)

15.5 Pericolosità per liquefazione alta (5 < R < 15)

Tavola XXX

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA-SA 0.5 - 1.5 s - COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Tavola XXX

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA-SA 0.5 - 1.5 s - COMUNE DI PARMA Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio

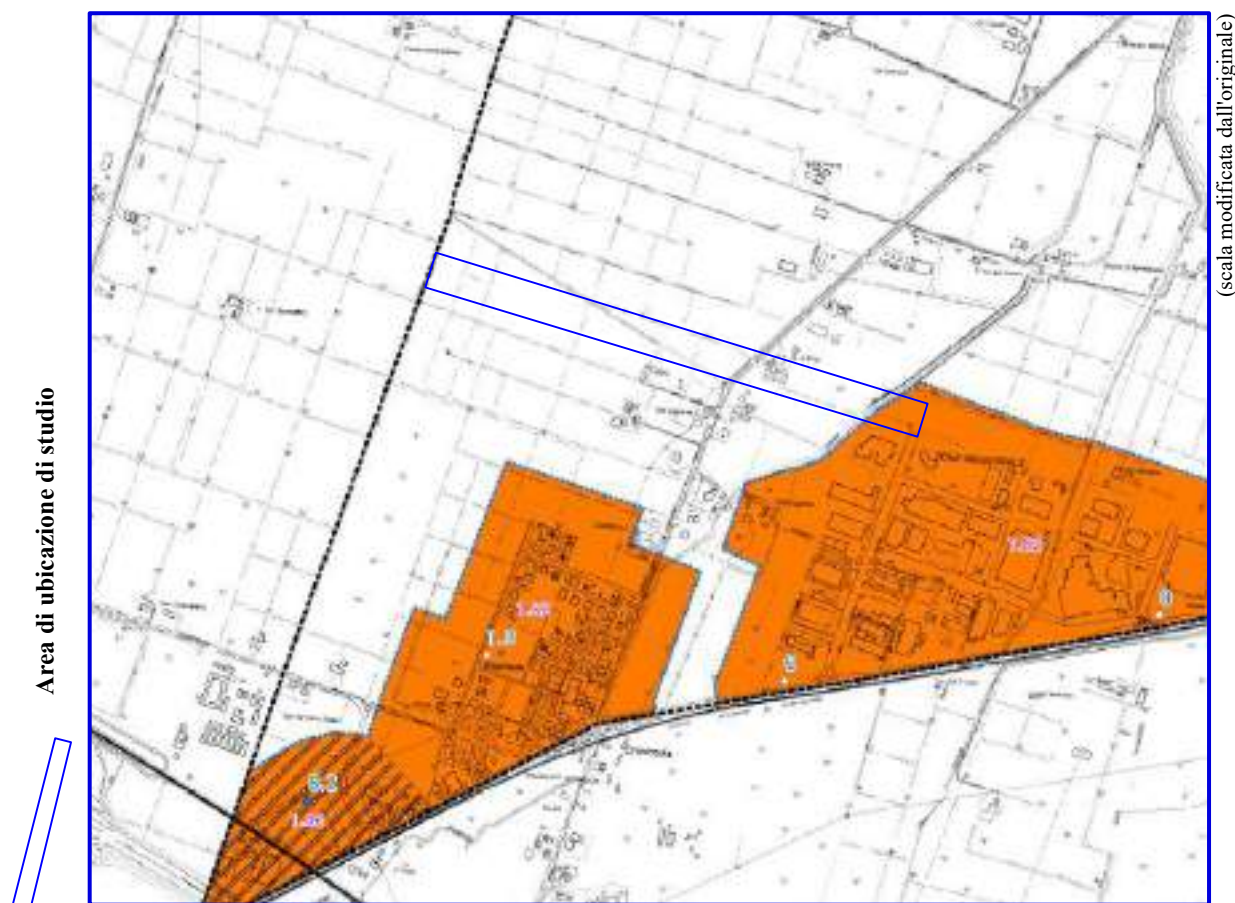


(scala modificata dall'originale)



Tavola XXXI

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA 0.5 - 1.5 s - COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

FA0515 = 1.7 - 1.8

FA0515 = 2.1 - 2.2

Zone suscettibili di instabilità (Livello 3)

ZS₁ - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0515 = 1.7 - 1.8; 2 < IL < 5

ZS₂ - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0515 = 1.7 - 1.8; 5 < IL < 15

ZS₃ - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0515 = 1.8 - 2.0; 5 < IL < 15

ZS₄ - Zona di suscettibilità per liquefazione - FA0515 = 2.1 - 2.2; 5 < IL < 15

Valore puntuale dell'Indice di Liquefazione IL (Sonmez, 2003)

Verifica (CPTu/SCPTu)

1.7 Pericolosità per liquefazione bassa (IL < 2)

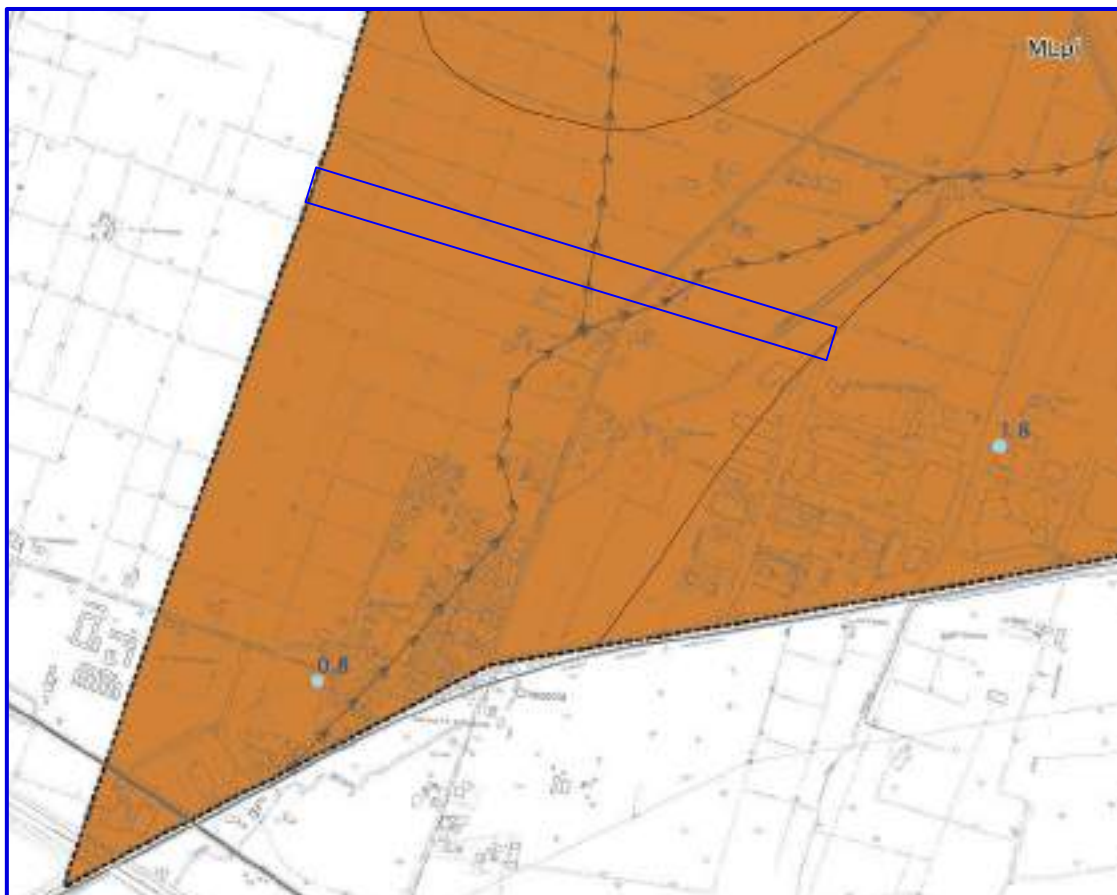
3.8 Pericolosità per liquefazione moderata (2 < IL < 5)

10.5 Pericolosità per liquefazione alta (5 < IL < 15)

Tavola XXXII

STRALCIO CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA FA 0.5 - 1.5 s - COMUNE DI SORBOLO MEZZANI Scala 1:10.000

Area di ubicazione di studio



(scala modificata dall'originale)



Terreni di copertura

- ELPS** Depositi alluvionali di argille, limi, sabbie, costituiti da argille microporose di medio-bassa plasticità, argille grasse e sabbiose, argille limose, argille sabbie.
- ELPS** Depositi alluvionali di piano inundabile, costituiti da argille microporose di medio-bassa plasticità, argille grasse e sabbiose, argille limose, argille sabbie.
- ELPS** Depositi alluvionali di argille, limi, sabbie, costituiti da argille microporose, limi di riccio, sabbie fine limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità.
- ELPS** Depositi alluvionali di piano inundabile, costituiti da argille microporose, limi di riccio, sabbie fine limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità.
- SMcs** Depositi alluvionali di argille, limi, sabbie, costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo.
- SMs** Depositi di piano inundabile, costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo.

Forme di superficie e sepolte

Area di pianura

Elementi geologici e idrogeologici

- 1.5** Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico.
- 1.5** Presenza della falda in aree con sabbie e/o ghiaie.

Tavola XXXIII

STRALCIO RIPRESA AEROFOTOGRAMMETRICA Google Earth 2023

Area di ubicazione di studio

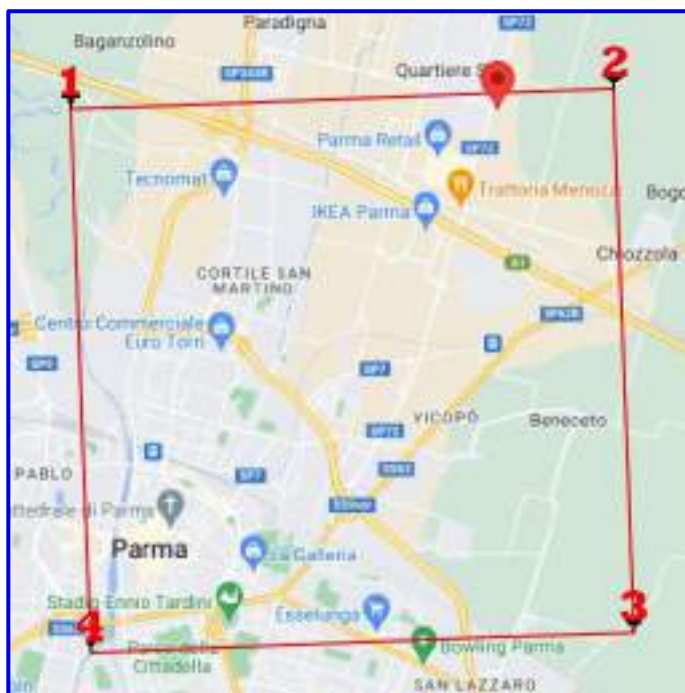


(scala modificata dall'originale)



Tavola XXXIV

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



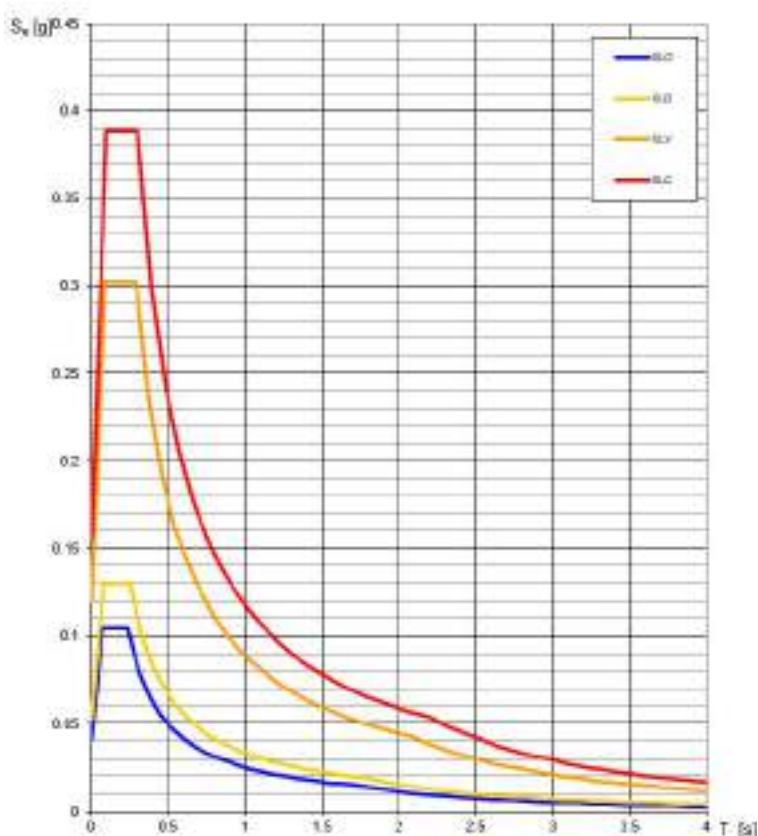
Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.528	0.239
Danno (SLD)	50	0.053	2.516	0.256
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.124	2.507	0.293
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.160	2.489	0.300
Periodo di riferimento per frazione sismica:	50			

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Coefficienti sismici



Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

H [m]

1

SS [m]

0.1



Cal. sottosuolo

C



Cal. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.46
CC Coeff. funz. categoria	1.68	1.65	1.57	1.56
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

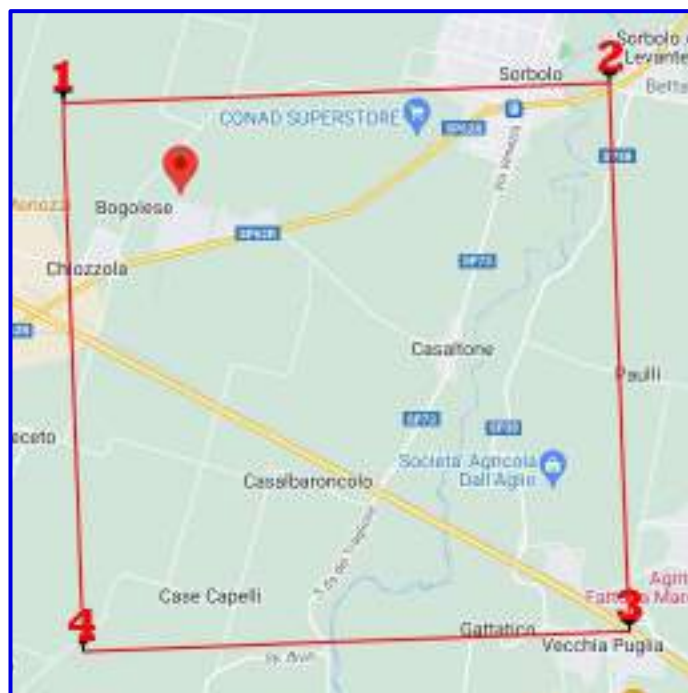
☐ Azione massima attesa al sito [mm]

0.0

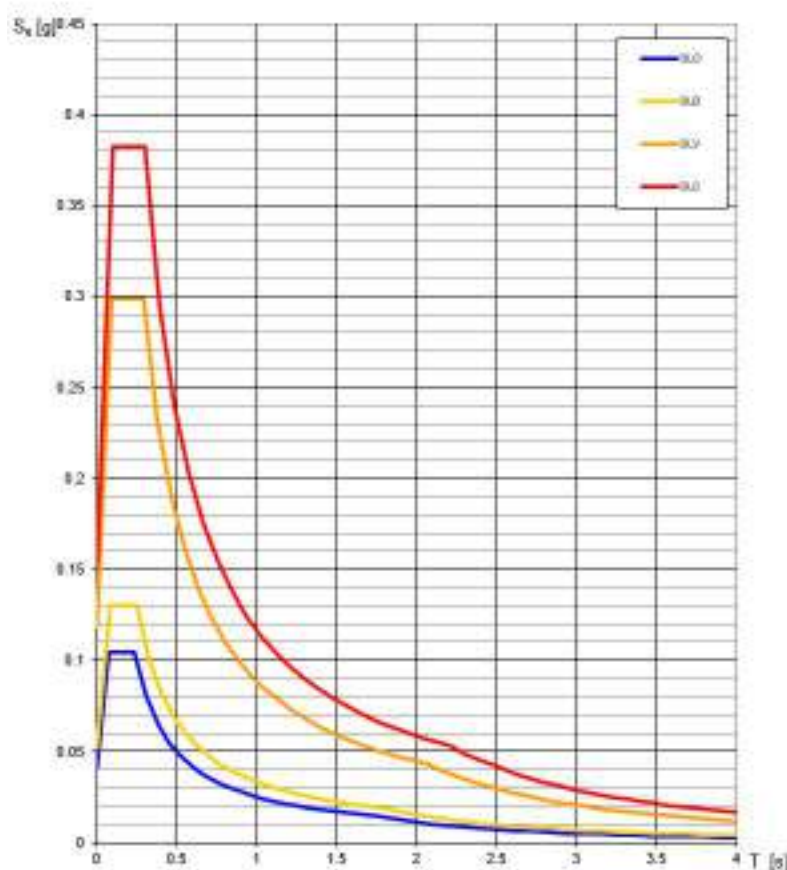
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.015	0.016	0.025	0.036
k_r	0.006	0.008	0.022	0.028
A_{max} [m/s ²]	0.617	0.773	1.623	2.293
β_{sta}	0.209	0.200	0.240	0.240

Tavola XXXIV bis

PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Stati limite

	Classe Edificio	
	Vita Nominale	50
	Interpolazione	Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_D [g]	F_a	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.041	2.537	0.239
Danno (SLD)	50	0.052	2.522	0.257
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.119	2.524	0.298
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.154	2.495	0.305
Periodo di riferimento per razione sismica	50			

Coefficienti sismici

	Tipo	Stabilità dei pendii e fondazioni
☐	Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.	
	H [m]	h [m]
	1	0.1
	Colt. sottosuolo	C
	Colt. Topografica	T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SR Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.47
CC Coeff. funz. categoria	1.68	1.64	1.57	1.55
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

☐	Acc. in massima attesa al sito [m/s ²]	0.0
--------------------------	--	-----

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.012	0.015	0.043	0.054
k_v	0.005	0.008	0.021	0.027
A_{max} [m/s ²]	0.505	0.759	1.791	2.222
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

TABELLE

**Fondazioni superficiali (metodo di Terzaghi)**

condizioni:

D/B<4

Cuneo a=f

D<B

$$q_d = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

Tipo fond. **PARAMETRI di CALCOLO:**

f	angolo di attrito	0.00	°
B	larghezza fondazione	12.00	m
D	profondità piano di imposta	1.58	m
Dq	prof. Interramento fondazioni	1.58	m
c	coesione	102.97	kN/m ²
g'	peso specifico	12.75	kN/m ³
q̄	sovraccarico laterale = g' Dq	20.14	kN/m ²

N.B. I valori di γ derivati dall'elaborazione delle prove penetrometriche sono in realtà dei γ' (scelta a favore di sicurezza)

Nc	5.00
Nq	1.00
Ny	0.00

Ricavati graficamente dall'ABACO

qd=	535	kN/m²
------------	------------	-------------------------

qd= 5.25 kg/cm²qd = 5.15 daN/cm²

q amm	178.33	kN/m²
--------------	---------------	-------------------------

q amm= 1.75 kg/cm²q amm = 1.72 daN/cm²

pressione limite

pressione ammissibile

Fatt.Sicurezza

3

Tabella Conversione Peso specifico:

t/m ³	Kg/m ³	Kg/cm ³	KN/m ³	daN/cm ³
1.3	1300	0.0013	12.7	0.00128

Tabella Conversione Coesione:

kg/cm ²	KN/cm ²	kN/m ²	kPa	t/mq	daN/cm ³
1.05	0.0103	103.0	103.0	10.50	1.03005

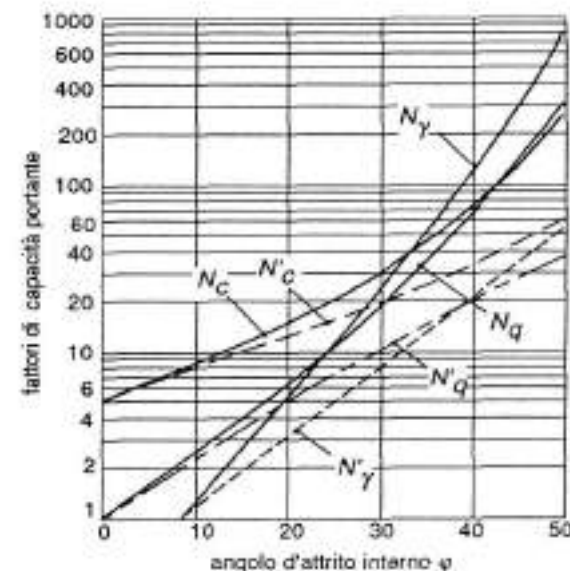
Coefficienti s_c e s_y

Fondazioni

	nastr.	circol.	quadr.
s_c	1.0	1.3	1.3
s_y	1.0	0.6	0.8

Valori

di calcolo

1.00**1.00****Fattori di capacità portante**

Coefficienti di capacità portante secondo Terzaghi
- N terreni fortemente consolidati
- N' terreni normalmente consolidati



Fondazioni superficiali (metodo di Meyerhof)

Carico Verticale

condizioni:

D/B < 4

Cuneo a=f

D < B

$$q_d = c N_{cs} d c + \gamma D N_q s q d q + 0,5 \gamma B N_{ys} d y$$

Tipo fond.

PARAMETRI di CALCOLO:

f	angolo di attrito	0.00	°
B	larghezza fondazione	12.00	m
Dq	prof. Interramento fondazioni	1.58	m
D	profondità piano di imposta	1.58	m
c	coesione	102.97	kN/m ²
g'	peso specifico	12.75	kN/m ³
L	lung. Fond.nastrif.	2800.00	m
$\bar{q}$	sovraccarico laterale = g' Dq	20.14	kN/m ²

Nc	5.14	Kp	0.998	dc	1.026
Nq	1.00	sc	1.000	dq=dy	1.000
Ny	0.00	sq=sy	1.000		

qd =	563	kN/m²	pressione limite
qd =	5.52	kg/cm ²	
qd =	5.42	daN/cm ²	
q amm	161	kN/m²	pressione ammissibile
q amm =	1.58	kg/cm ²	
q amm =	1.55	daN/cm ²	

Fatt.Sicurezza

3.5

Tabella Conversione Peso specifico:

t/m ³	Kg/m ³	Kg/cm ³	KN/m ³	daN/cm ³
1.3	1300	0.0013	12.7	0.00128

Tabella Conversione Coesione:

kg/cm ²	KN/cm ²	kN/m ²	kPa	t/mq	daN/cm ²
1.05	0.0103	103.0	102.971	10.50	1.03005

Tabella 3. Coefficienti di capacità portante per le equazioni di Meyerhof (M), Hansen (H) e Vesic (V).

ϕ	N_c	N_q	$N_{r(H)}$	$N_{r(V)}$	$N_{r(M)}$	N_q / N_c	$2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$
0	5.14	1.0	0.0	0.0	0.0	0.195	0.000
5	6.49	1.6	0.1	0.1	0.4	0.242	0.146
10	8.34	2.5	0.4	0.4	1.2	0.296	0.241
15	10.97	3.9	1.2	1.1	2.6	0.359	0.294
20	14.83	6.4	2.9	2.9	5.4	0.461	0.315
25	20.71	10.7	6.8	6.8	10.9	0.514	0.311
26	22.25	11.8	7.9	8.0	12.5	0.533	0.308
28	25.79	14.7	10.9	11.2	16.7	0.570	0.299
30	30.13	18.4	15.1	15.7	22.4	0.610	0.289
32	35.47	23.2	20.8	22.0	30.2	0.653	0.276
34	42.14	29.4	28.7	31.1	41.0	0.698	0.262
36	50.55	37.7	40.0	44.4	56.2	0.746	0.247
38	61.31	48.9	56.1	64.0	77.9	0.797	0.231
40	75.25	64.1	79.4	93.6	109.3	0.852	0.214
45	133.73	134.7	200.5	262.3	271.3	1.007	0.172
50	266.50	318.5	564.4	871.7	761.3	1.195	0.131

Tabella 4. Fattori di forma, profondità e inclinazione dell'equazioni di Meyerhof (D = profondità, B = larghezza, L = lunghezza della fondazione).

Fattori	Valori	Per
Forma	$s_1 = 1 + 0.2 K_r \frac{B}{L}$ $s_2 = s_3 = 1 + 0.1 K_r \frac{B}{L}$ $s_4 = s_5 = 1$	Ogni valore di ϕ $\phi > 10^\circ$ $\phi = 0$
Profondità	$d_1 = 1 + 0.2 \sqrt{K_r} \frac{D}{B}$ $d_2 = d_3 = 1 + 0.1 \sqrt{K_r} \frac{D}{B}$ $d_4 = d_5 = 1$ dove $K_r = \tan^2(45 + \phi/2)$	Ogni valore di ϕ $\phi > 10^\circ$ $\phi = 0$
Inclinazione	$i_1 = i_2 = \left(1 - \frac{\phi}{90^\circ}\right)^2$ $i_3 = \left(1 - \frac{\phi}{\phi}\right)^2$ $i_4 = 0$	Ogni valore di ϕ $\phi > 10^\circ$ $\phi = 0$

**Fondazioni superficiali (metodo di Brinch - Hansen)**

Possibilità carico eccentrico - piano inclinato - effetti inerziali sismici

CONDIZIONI DRENATE:

$$q_d = cN_{cs}d_{cs}c_{ie}b_{cz} + \gamma D N_q s_{dq} q_{qb} q_{zq} + 0,5 \gamma B N_{sy} d_{iy} q_{by} z_y$$

CONDIZIONI NON DRENATE:

$$q_d = c u N'_{cs} c' d' c' i' c' g' c' b' c' + q$$

condizioni:

 $D/B < 4$ Cuneo $a=f$ $D < B$ Tipo fond.

PARAMETRI di CALCOLO:

f	angolo di attrito	0.0	gradi	0.0000	rad
B	larghezza fondazione	12.0	m	0.13	D/B
D	prof. Interramento fondazioni	1.6	m	0.0000	$\tan f (1 - \sin f)^2$
c	coesione	103.0	kN/m ²	2	m(B)
g'	peso specifico	12.7	kN/m ³	12	Br=B-2e
L	lung. Fond.nastrif.	2800.0	m		
b	incl. Piano camp.	0	gradi	0.0000	rad
a	incl. Fondazione	0	gradi	0.0000	rad
e	eccentricità Msd/Nsd	0			
S	Fattore sottosuolo	1.20		0.2847	kh
$\bar{q}$	sovraccarico laterale = g' Dq	14.4	kN/m ²		
g	peso saturo	13.7	kN/m ³		
q	spinta laterale	21.72	kN/m ²		

Fattori di forma	Fattori di profondità	Fattori di inclinazione	Fattori di sovraccarico (base in piano)
$F_c = 0,2 \frac{B}{L}$ $c_i = 1 + \frac{c}{c_0} \frac{B}{L}$ $F_\gamma = 1$ per f. snelli.	$d_c = 1 + 0,4 \frac{D}{B}$ $d_\gamma = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi) \frac{D}{B}$ $d_i = 1$ (uguale valore di ϕ)	$i_c = 0,5 - 0,5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_c c_0}}$ (Hansen) $i_\gamma = 1 - \frac{a \tan \phi}{A_c c_0 \gamma}$ (Vesic) $i_i = \left(1 - \frac{i_\gamma}{F_c - 1}\right)$ (Hansen e Vesic)	$F_q = \frac{q}{q_0}$ per Vesic: $\tan \phi = 0$, $F_q = 1$ per $\phi = 0$ $F_q = 1 + \frac{q}{q_0}$
$F_\phi = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$ $F_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$	$k = \frac{D}{B}$ per $\frac{D}{B} \leq 1$ $k = \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right) \frac{D}{B}$ (Hansen)	$i_\phi = \left(1 - \frac{0,5 \tan \phi}{V + A_c c_0 \tan \phi}\right)^2$ (Hansen) $i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_c c_0 \tan \phi}\right)^2$ (Vesic)	$F_q = 1 + \frac{q}{q_0} \frac{B}{L}$ (Hansen) $F_q = 1 + \frac{q}{q_0} \frac{B}{L}$ (Vesic)
$A_c =$ area effettiva della fondazione ($B' = \frac{B}{2}$) $c_0 =$ coesione alla base coesione o valore medio $\phi_0 =$ angolo di attrito della fondazione $c_0, \phi_0 =$ coesione e attrito del carico $H =$ componente orizzontale del carico, con $H/L \leq \tan \phi$ $V =$ carico totale verticale sulla f. (senza l'angolo di attrito) $a =$ angolo di attrito fra terreno e fondazione ($\phi = 0$ per calcestruzzo su roccia) $q_0 =$ valore medio della coesione		$i_\phi = \left(1 - \frac{0,5 \tan \phi}{V + A_c c_0 \tan \phi}\right)^2$ (Hansen) $i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_c c_0 \tan \phi}\right)^2$ (Vesic) $i_i = \left(1 - \frac{H}{V + A_c c_0 \tan \phi}\right)^2$ (Vesic)	Fattori di base (due sistemi) $F_q = \frac{q}{q_0}$ $F_q = 1 + \frac{q}{q_0}$ $F_q = \exp(-2(1 + \sin \phi) \frac{q}{q_0})$ (H) $F_q = \exp(-2,7 \tan \phi \frac{q}{q_0})$ (V) $F_q = 1 + (1 - \eta) \tan \phi \frac{q}{q_0}$ (V)
Note: $\beta = 90^\circ$ $\beta \leq 90^\circ$ $\beta \geq 90^\circ$ $i_\phi = 0$			

Fattori Capacità portante		Fattori Forma		Fattori Profondità		Incl.piano camp.		Incl.fondazione		Inc. ed eccentric. Carico		Effetti inerziali correttivi	
Nc	5.140	Sc	1.00	dc	1.000	gc	---	bc	---	ic	---	zc	0.909
Nq	1.000	Sq	1.00	dq	1.000	gq	1.000	bq	1.000	iq	1.000	zq	---
Ny	0.000	Sy	1.00	d'c	1.053	gy	1.000	by	1.000	iy	1.000	zy	---
N'c	5.140	s'c	1.00			g'c	1.000	b'c	1.000	i'c	1.000		

qd=	579	kN/m ²
-----	-----	-------------------

pressione limite

$$qd = 5.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$qd = 5.57 \text{ daN/cm}^2$$

q amm	166	kN/m ²
-------	-----	-------------------

pressione ammissibile

Fatt.Sicurezza

$$q \text{ amm} = 1.62 \text{ kg/cm}^2$$

$$q \text{ amm} = 1.59 \text{ daN/cm}^2$$

3.5

N.B. - I fattori con indice ' vengono usati nel caso di condizioni non drenate



$$k = \frac{q}{w} = E \frac{b + 2H}{bH} = \alpha_1 \frac{E}{b}$$

Fondazioni circolari o quadrate

E		kg/cm ²
H		cm
b		cm
H/b		
α_1		

modulo di elasticità
potenza dello strato compressibile
lato o diametro della fondazione

k =		kg/cm ³
-----	--	--------------------

(*) NOTA (valore non compensato o da bibliografia)

Fondazioni nastriformi

E	91	kg/cm ²
H	660	cm
b	1200	cm
H/b	0.55	
α_2	1.80	

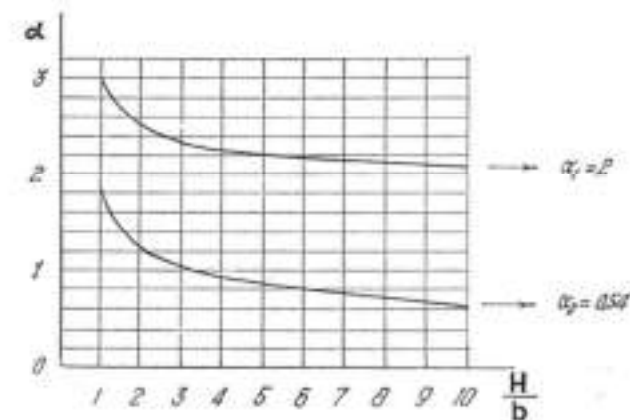
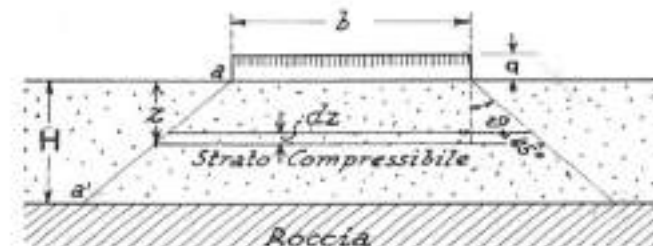
modulo di elasticità
potenza dello strato compressibile
base della fondazione

k =	1.00	kg/cm ³
-----	------	--------------------

0.14 (valore non compensato o da bibliografia)

Valori sperimentali ricavati da prove con piastra standard

Terreno coerente normal consolidato	1-5 kg/cm ²	
Terreno coerente sovra consolidato	15-25	*
Sabbia molto compatta	> 15	*
* compatta	15-7,5	*
* mediamente compatta	7,5-3	*
* mediamente sciolta	3-1,25	*
* sciolta	1,25-0,4	*
* molto sciolta	< 0,4	*
* e ghiaia compatta	10-30	*



Sabbia	sciolta	mediamente addensata	densa
secca o umida	$K_1 = 1-2$	2-10	10-30
satura	$K_1 = 1$	3	10
Argille preconsolidate	$C_u = 0.5-1$ $K_1 = 2-4$	$C_u = 1-2$ 4-8	$C_u > 2 \text{ kg/cm}^2$ 8-10

(*) NOTA

Per valore non compensato si intende il valore derivante dalla formula esposta.

Può succedere che le equazioni portino a valori talvolta anomali. In questo caso i valori vengono compensati con i valori sperimentali presenti in letteratura in un'ottica comunque cautelativa

Metodo di Vesic (Bowles)

$$K_s = \frac{Es}{B(1-\nu^2)}$$

	Plinti	Nastriformi
$k_v =$		0.09 kg/cm ³
$k_h =$		0.17 kg/cm ³

ALLEGATO 1

Prove Penetrometriche Statiche (CPT)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: **IMMOBILIARE ARCO S.R.L.**

Cantiere: **Nuovo asse viario SP72 Parma-Mezzani -SP63R della Cisa**

Località: **Da via Franklin (Parma) a Via Caduti del Lavoro, (Sorbolo)**

Caratteristiche Strumentali **PAGANI TG 63 (200 kN)**

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

OPERATORE

Molinari Dott. Valter

RESPONSABILE

Molinari Dott. Valter

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
23/06/2011

Profondità prova

15,00 m

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	31,0	47,0	31,138	1,2667	24,58	4,07
0,40	30,0	49,0	30,138	1,6	18,84	5,31
0,60	26,0	50,0	26,138	1,8667	14,0	7,14
0,80	30,0	58,0	30,138	2,1333	14,13	7,08
1,00	22,0	54,0	22,138	1,6	13,84	7,23
1,20	22,0	46,0	22,276	1,7333	12,85	7,78
1,40	25,0	51,0	25,276	1,3333	18,96	5,27
1,60	20,0	40,0	20,276	1,4	14,48	6,9
1,80	35,0	56,0	35,276	1,9333	18,25	5,48
2,00	31,0	60,0	31,276	2,2	14,22	7,03
2,20	23,0	56,0	23,414	2,2667	10,33	9,68
2,40	26,0	60,0	26,414	1,0667	24,76	4,04
2,60	22,0	38,0	22,414	1,0	22,41	4,46
2,80	20,0	35,0	20,414	1,2	17,01	5,88
3,00	23,0	41,0	23,414	1,3333	17,56	5,69
3,20	22,0	42,0	22,552	1,4667	15,38	6,5
3,40	23,0	45,0	23,552	1,5333	15,36	6,51
3,60	21,0	44,0	21,552	1,4	15,39	6,5
3,80	20,0	41,0	20,552	1,4	14,68	6,81
4,00	19,0	40,0	19,552	0,8667	22,56	4,43
4,20	17,0	30,0	17,69	0,8	22,11	4,52
4,40	16,0	28,0	16,69	1,1333	14,73	6,79
4,60	18,0	35,0	18,69	1,2667	14,75	6,78
4,80	20,0	39,0	20,69	1,2667	16,33	6,12
5,00	22,0	41,0	22,69	1,1333	20,02	4,99
5,20	18,0	35,0	18,828	1,1333	16,61	6,02
5,40	16,0	33,0	16,828	1,0667	15,78	6,34
5,60	18,0	34,0	18,828	1,1333	16,61	6,02
5,80	19,0	36,0	19,828	1,2667	15,65	6,39
6,00	19,0	38,0	19,828	0,9333	21,25	4,71
6,20	15,0	29,0	15,966	0,8	19,96	5,01
6,40	13,0	25,0	13,966	0,8	17,46	5,73
6,60	13,0	25,0	13,966	0,6	23,28	4,3
6,80	11,0	20,0	11,966	0,6	19,94	5,01
7,00	12,0	21,0	12,966	0,6	21,61	4,63
7,20	14,0	23,0	15,104	0,6	25,17	3,97
7,40	13,0	22,0	14,104	0,6667	21,15	4,73
7,60	11,0	21,0	12,104	0,8	15,13	6,61
7,80	13,0	25,0	14,104	0,8667	16,27	6,15
8,00	12,0	25,0	13,104	1,1333	11,56	8,65
8,20	13,0	30,0	14,242	0,8	17,8	5,62
8,40	23,0	35,0	24,242	1,5333	15,81	6,32
8,60	20,0	43,0	21,242	1,0	21,24	4,71
8,80	17,0	32,0	18,242	0,8	22,8	4,39
9,00	15,0	27,0	16,242	0,6	27,07	3,69
9,20	11,0	20,0	12,38	0,8	15,48	6,46
9,40	14,0	26,0	15,38	0,7333	20,97	4,77
9,60	13,0	24,0	14,38	0,6	23,97	4,17
9,80	14,0	23,0	15,38	1,0	15,38	6,5
10,00	13,0	28,0	14,38	1,2	11,98	8,34
10,20	19,0	37,0	20,518	1,2667	16,2	6,17
10,40	21,0	40,0	22,518	1,2	18,77	5,33
10,60	20,0	38,0	21,518	1,2	17,93	5,58
10,80	21,0	39,0	22,518	1,1333	19,87	5,03
11,00	18,0	35,0	19,518	1,2	16,27	6,15
11,20	19,0	37,0	20,656	1,1333	18,23	5,49
11,40	14,0	31,0	15,656	0,9333	16,77	5,96
11,60	16,0	30,0	17,656	1,0	17,66	5,66
11,80	13,0	28,0	14,656	0,8	18,32	5,46

12,00	12,0	24,0	13,656	1,3333	10,24	9,76
12,20	20,0	40,0	21,794	1,6667	13,08	7,65
12,40	24,0	49,0	25,794	1,4667	17,59	5,69
12,60	23,0	45,0	24,794	1,7333	14,3	6,99
12,80	26,0	52,0	27,794	1,0	27,79	3,6
13,00	14,0	29,0	15,794	1,0	15,79	6,33
13,20	21,0	36,0	22,932	1,9333	11,86	8,43
13,40	31,0	60,0	32,932	2,2667	14,53	6,88
13,60	34,0	68,0	35,932	2,2667	15,85	6,31
13,80	33,0	67,0	34,932	2,3333	14,97	6,68
14,00	36,0	71,0	37,932	2,0	18,97	5,27
14,20	33,0	63,0	35,07	2,0667	16,97	5,89
14,40	35,0	66,0	37,07	2,2667	16,35	6,11
14,60	38,0	72,0	40,07	2,4667	16,24	6,16
14,80	38,0	75,0	40,07	2,4667	16,24	6,16
15,00	36,0	73,0	38,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	22,6673	1,3954	1,99	Coesivo	Argille sensitive
15,00	21,4069	1,2148	1,95	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,16
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,02

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Metodo generale del modulo Edometrico	45,33
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Metodo generale del modulo Edometrico	42,81

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Cancelli 1980	827,64
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Cancelli 1980	725,08

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Modulo di deformazione
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Imai & Tomauchi	188,5
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Imai & Tomauchi	182,02

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Meyerhof	1,99
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Meyerhof	1,97

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Meyerhof	2,07
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Meyerhof	2,05

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Piacentini- Righi 1988	1,40E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	6,00	22,6673	1,3954	0,6	0,6	Piacentini- Righi 1988	6,80019E-07
Strato 2	15,00	21,4069	1,2148	2,07	2,07	Piacentini- Righi 1988	8,977606E-07

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	16,0	30,0	16,138	0,8	20,17	4,96
0,40	15,0	27,0	15,138	0,8	18,92	5,28
0,60	16,0	28,0	16,138	0,5333	30,26	3,3
0,80	13,0	21,0	13,138	0,8667	15,16	6,6
1,00	28,0	41,0	28,138	1,9333	14,55	6,87
1,20	31,0	60,0	31,276	1,4667	21,32	4,69
1,40	19,0	41,0	19,276	1,1333	17,01	5,88
1,60	16,0	33,0	16,276	1,0	16,28	6,14
1,80	22,0	37,0	22,276	0,9333	23,87	4,19
2,00	19,0	33,0	19,276	1,4667	13,14	7,61
2,20	22,0	44,0	22,414	1,2667	17,69	5,65
2,40	19,0	38,0	19,414	1,4	13,87	7,21
2,60	20,0	41,0	20,414	0,9333	21,87	4,57
2,80	17,0	31,0	17,414	1,1333	15,37	6,51
3,00	17,0	34,0	17,414	1,0	17,41	5,74
3,20	16,0	31,0	16,552	1,3333	12,41	8,06
3,40	18,0	38,0	18,552	1,0	18,55	5,39
3,60	15,0	30,0	15,552	0,8667	17,94	5,57
3,80	14,0	27,0	14,552	1,0	14,55	6,87
4,00	16,0	31,0	16,552	1,3333	12,41	8,06
4,20	20,0	40,0	20,69	1,2	17,24	5,8
4,40	21,0	39,0	21,69	1,2667	17,12	5,84
4,60	24,0	43,0	24,69	1,4	17,64	5,67
4,80	23,0	44,0	23,69	1,4667	16,15	6,19
5,00	25,0	47,0	25,69	1,3333	19,27	5,19
5,20	23,0	43,0	23,828	1,2667	18,81	5,32
5,40	21,0	40,0	21,828	1,1333	19,26	5,19
5,60	25,0	42,0	25,828	1,2	21,52	4,65
5,80	24,0	42,0	24,828	1,2667	19,6	5,1
6,00	26,0	45,0	26,828	1,3333	20,12	4,97
6,20	25,0	45,0	25,966	1,4667	17,7	5,65
6,40	23,0	45,0	23,966	1,7333	13,83	7,23
6,60	23,0	49,0	23,966	1,3333	17,97	5,56
6,80	23,0	43,0	23,966	1,2	19,97	5,01
7,00	23,0	41,0	23,966	1,2667	18,92	5,29
7,20	24,0	43,0	25,104	1,3333	18,83	5,31
7,40	20,0	40,0	21,104	1,2	17,59	5,69
7,60	18,0	36,0	19,104	1,2667	15,08	6,63
7,80	19,0	38,0	20,104	1,1333	17,74	5,64
8,00	15,0	32,0	16,104	1,1333	14,21	7,04
8,20	17,0	34,0	18,242	0,9333	19,55	5,12
8,40	16,0	30,0	17,242	0,6667	25,86	3,87
8,60	17,0	27,0	18,242	0,8667	21,05	4,75
8,80	15,0	28,0	16,242	0,6667	24,36	4,1
9,00	14,0	24,0	15,242	1,3333	11,43	8,75
9,20	18,0	38,0	19,38	1,4	13,84	7,22
9,40	20,0	41,0	21,38	1,4667	14,58	6,86
9,60	26,0	48,0	27,38	1,3333	20,54	4,87
9,80	23,0	43,0	24,38	1,3333	18,29	5,47
10,00	21,0	41,0	22,38	1,3333	16,79	5,96
10,20	20,0	40,0	21,518	1,2667	16,99	5,89
10,40	21,0	40,0	22,518	1,0667	21,11	4,74
10,60	19,0	35,0	20,518	1,4	14,66	6,82

10,80	18,0	39,0	19,518	1,2667	15,41	6,49
11,00	20,0	39,0	21,518	1,2	17,93	5,58
11,20	19,0	37,0	20,656	1,1333	18,23	5,49
11,40	18,0	35,0	19,656	1,2667	15,52	6,44
11,60	19,0	38,0	20,656	0,8	25,82	3,87
11,80	20,0	32,0	21,656	1,5333	14,12	7,08
12,00	18,0	41,0	19,656	1,8	10,92	9,16
12,20	23,0	50,0	24,794	1,6667	14,88	6,72
12,40	26,0	51,0	27,794	1,2667	21,94	4,56
12,60	29,0	48,0	30,794	1,4	22,0	4,55
12,80	25,0	46,0	26,794	1,2	22,33	4,48
13,00	22,0	40,0	23,794	1,5333	15,52	6,44
13,20	20,0	43,0	21,932	1,0	21,93	4,56
13,40	22,0	37,0	23,932	1,1333	21,12	4,74
13,60	21,0	38,0	22,932	0,8	28,67	3,49
13,80	23,0	35,0	24,932	1,2	20,78	4,81
14,00	20,0	38,0	21,932	1,4	15,67	6,38
14,20	20,0	41,0	22,07	1,3333	16,55	6,04
14,40	23,0	43,0	25,07	1,5333	16,35	6,12
14,60	20,0	43,0	22,07	1,2	18,39	5,44
14,80	23,0	41,0	25,07	1,2	20,89	4,79
15,00	22,0	40,0	24,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	20,6673	1,1816	1,97	Coesivo	Argille sensitive
15,00	22,2453	1,2182	1,97	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,06
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,06

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	41,33
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Metodo generale del modulo Edometrico	44,49

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Cancelli 1980	752,86
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Cancelli 1980	756,63

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	178,15
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Imai & Tomauchi	186,35

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Meyerhof	1,97
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Meyerhof	1,97

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Meyerhof	2,05
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Meyerhof	2,05

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,23E-11
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Piacentini- Righi 1988	3,95E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	20,6673	1,1816	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	7,609397E-07
Strato 2	15,00	22,2453	1,2182	2,07	2,07	Piacentini- Righi 1988	2,63485E-06

PROVA_m Nr.3

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	23,0	40,0	23,138	0,8	28,92	3,46
0,40	26,0	38,0	26,138	1,2667	20,63	4,85
0,60	21,0	40,0	21,138	1,2667	16,69	5,99
0,80	20,0	39,0	20,138	1,5333	13,13	7,61
1,00	23,0	46,0	23,138	1,3333	17,35	5,76
1,20	23,0	43,0	23,276	1,5333	15,18	6,59
1,40	19,0	42,0	19,276	1,2667	15,22	6,57
1,60	21,0	40,0	21,276	1,4667	14,51	6,89
1,80	20,0	42,0	20,276	1,6667	12,17	8,22
2,00	19,0	44,0	19,276	1,0667	18,07	5,53
2,20	13,0	29,0	13,414	1,0667	12,58	7,95
2,40	13,0	29,0	13,414	1,5333	8,75	11,43
2,60	11,0	34,0	11,414	1,0	11,41	8,76
2,80	16,0	31,0	16,414	1,0667	15,39	6,5
3,00	18,0	34,0	18,414	1,1333	16,25	6,15
3,20	20,0	37,0	20,552	1,2	17,13	5,84
3,40	20,0	38,0	20,552	0,9333	22,02	4,54
3,60	22,0	36,0	22,552	1,6	14,1	7,09
3,80	22,0	46,0	22,552	1,8	12,53	7,98
4,00	23,0	50,0	23,552	1,4667	16,06	6,23
4,20	21,0	43,0	21,69	1,2667	17,12	5,84
4,40	21,0	40,0	21,69	1,6	13,56	7,38
4,60	20,0	44,0	20,69	1,6	12,93	7,73
4,80	24,0	48,0	24,69	1,6667	14,81	6,75
5,00	26,0	51,0	26,69	1,1333	23,55	4,25
5,20	21,0	38,0	21,828	1,8	12,13	8,25
5,40	26,0	53,0	26,828	1,8667	14,37	6,96
5,60	24,0	52,0	24,828	1,7333	14,32	6,98
5,80	24,0	50,0	24,828	1,4	17,73	5,64
6,00	25,0	46,0	25,828	1,3333	19,37	5,16
6,20	20,0	40,0	20,966	1,0	20,97	4,77
6,40	14,0	29,0	14,966	1,2667	11,81	8,46
6,60	12,0	31,0	12,966	1,2667	10,24	9,77
6,80	15,0	34,0	15,966	1,1333	14,09	7,1
7,00	20,0	37,0	20,966	1,3333	15,72	6,36
7,20	19,0	39,0	20,104	1,3333	15,08	6,63
7,40	20,0	40,0	21,104	1,1333	18,62	5,37
7,60	13,0	30,0	14,104	1,0667	13,22	7,56
7,80	13,0	29,0	14,104	1,1333	12,45	8,04
8,00	16,0	33,0	17,104	1,2667	13,5	7,41
8,20	17,0	36,0	18,242	1,3333	13,68	7,31
8,40	19,0	39,0	20,242	1,2667	15,98	6,26
8,60	19,0	38,0	20,242	1,3333	15,18	6,59
8,80	20,0	40,0	21,242	1,2667	16,77	5,96
9,00	22,0	41,0	23,242	1,4	16,6	6,02
9,20	20,0	41,0	21,38	1,6	13,36	7,48
9,40	22,0	46,0	23,38	1,5333	15,25	6,56
9,60	20,0	43,0	21,38	1,5333	13,94	7,17
9,80	23,0	46,0	24,38	1,4	17,41	5,74
10,00	19,0	40,0	20,38	1,2	16,98	5,89
10,20	15,0	33,0	16,518	1,0	16,52	6,05
10,40	17,0	32,0	18,518	0,9333	19,84	5,04
10,60	16,0	30,0	17,518	0,8667	20,21	4,95

10,80	14,0	27,0	15,518	0,8	19,4	5,16
11,00	13,0	25,0	14,518	0,7333	19,8	5,05
11,20	10,0	21,0	11,656	0,6667	17,48	5,72
11,40	11,0	21,0	12,656	0,8667	14,6	6,85
11,60	13,0	26,0	14,656	0,9333	15,7	6,37
11,80	16,0	30,0	17,656	0,8	22,07	4,53
12,00	13,0	25,0	14,656	0,8667	16,91	5,91
12,20	17,0	30,0	18,794	0,8667	21,68	4,61
12,40	16,0	29,0	17,794	0,8	22,24	4,5
12,60	13,0	25,0	14,794	0,9333	15,85	6,31
12,80	16,0	30,0	17,794	0,8667	20,53	4,87
13,00	14,0	27,0	15,794	0,8667	18,22	5,49
13,20	17,0	30,0	18,932	1,0	18,93	5,28
13,40	16,0	31,0	17,932	0,8	22,42	4,46
13,60	14,0	26,0	15,932	0,8667	18,38	5,44
13,80	14,0	27,0	15,932	0,9333	17,07	5,86
14,00	16,0	30,0	17,932	1,0667	16,81	5,95
14,20	17,0	33,0	19,07	1,1333	16,83	5,94
14,40	18,0	35,0	20,07	1,2667	15,84	6,31
14,60	23,0	42,0	25,07	1,2	20,89	4,79
14,80	22,0	40,0	24,07	1,0	24,07	4,15
15,00	18,0	33,0	20,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	21,3163	1,38	1,98	Coesivo	Argille sensitive
15,00	18,2291	1,0637	1,93	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,09
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,85

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	42,63
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Metodo generale del modulo Edometrico	45,54

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Cancelli 1980	777,09
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Cancelli 1980	606,47

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	181,55
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Imai & Tomauchi	165,0

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	P.W.Mayne 1991	8,61

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Meyerhof	1,98
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Meyerhof	1,94

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Meyerhof	2,06
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Meyerhof	2,02

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	21,3163	1,38	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	6,39489E-07
Strato 2	15,00	18,2291	1,0637	2,06	2,06	Piacentini- Righi 1988	5,46873E-07

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	20,0	43,0	20,138	1,7333	11,62	8,61
0,40	30,0	56,0	30,138	1,5333	19,66	5,09
0,60	31,0	54,0	31,138	1,6	19,46	5,14
0,80	29,0	53,0	29,138	1,5333	19,0	5,26
1,00	28,0	51,0	28,138	1,5333	18,35	5,45
1,20	23,0	46,0	23,276	1,8	12,93	7,73
1,40	18,0	45,0	18,276	1,5333	11,92	8,39
1,60	18,0	41,0	18,276	1,2667	14,43	6,93
1,80	16,0	35,0	16,276	1,0	16,28	6,14
2,00	14,0	29,0	14,276	0,8667	16,47	6,07
2,20	16,0	29,0	16,414	0,8	20,52	4,87
2,40	15,0	27,0	15,414	0,7333	21,02	4,76
2,60	14,0	25,0	14,414	0,8	18,02	5,55
2,80	15,0	27,0	15,414	0,8	19,27	5,19
3,00	14,0	26,0	14,414	0,7333	19,66	5,09
3,20	13,0	24,0	13,552	0,8667	15,64	6,4
3,40	13,0	26,0	13,552	0,8	16,94	5,9
3,60	10,0	22,0	10,552	0,8667	12,17	8,21
3,80	12,0	25,0	12,552	0,7333	17,12	5,84
4,00	11,0	22,0	11,552	0,7333	15,75	6,35
4,20	13,0	24,0	13,69	0,6667	20,53	4,87
4,40	13,0	23,0	13,69	0,6667	20,53	4,87
4,60	15,0	25,0	15,69	0,8	19,61	5,1
4,80	14,0	26,0	14,69	1,3333	11,02	9,08
5,00	20,0	40,0	20,69	1,0	20,69	4,83
5,20	17,0	32,0	17,828	0,9333	19,1	5,24
5,40	15,0	29,0	15,828	1,0	15,83	6,32
5,60	16,0	31,0	16,828	1,0	16,83	5,94
5,80	20,0	35,0	20,828	0,8	26,04	3,84
6,00	21,0	33,0	21,828	1,2667	17,23	5,8
6,20	19,0	38,0	19,966	1,2	16,64	6,01
6,40	17,0	35,0	17,966	1,3333	13,47	7,42
6,60	19,0	39,0	19,966	1,3333	14,97	6,68
6,80	20,0	40,0	20,966	1,2667	16,55	6,04
7,00	22,0	41,0	22,966	0,6667	34,45	2,9
7,20	10,0	20,0	11,104	0,5333	20,82	4,8
7,40	9,0	17,0	10,104	0,7333	13,78	7,26
7,60	12,0	23,0	13,104	1,0	13,1	7,63
7,80	10,0	25,0	11,104	0,5333	20,82	4,8
8,00	13,0	21,0	14,104	0,9333	15,11	6,62
8,20	15,0	29,0	16,242	0,8	20,3	4,93
8,40	14,0	26,0	15,242	0,8	19,05	5,25
8,60	15,0	27,0	16,242	0,9333	17,4	5,75
8,80	16,0	30,0	17,242	1,0	17,24	5,8
9,00	16,0	31,0	17,242	1,2667	13,61	7,35
9,20	18,0	37,0	19,38	1,2	16,15	6,19
9,40	17,0	35,0	18,38	1,0	18,38	5,44
9,60	14,0	29,0	15,38	0,9333	16,48	6,07
9,80	13,0	27,0	14,38	1,2	11,98	8,34
10,00	15,0	33,0	16,38	0,9333	17,55	5,7
10,20	16,0	30,0	17,518	1,0	17,52	5,71
10,40	17,0	32,0	18,518	0,9333	19,84	5,04
10,60	16,0	30,0	17,518	0,4667	37,54	2,66

10,80	15,0	22,0	16,518	1,4	11,8	8,48
11,00	18,0	39,0	19,518	1,2667	15,41	6,49
11,20	20,0	39,0	21,656	1,4667	14,77	6,77
11,40	23,0	45,0	24,656	1,4	17,61	5,68
11,60	22,0	43,0	23,656	1,6667	14,19	7,05
11,80	24,0	49,0	25,656	1,7333	14,8	6,76
12,00	25,0	51,0	26,656	1,6667	15,99	6,25
12,20	27,0	52,0	28,794	1,6	18,0	5,56
12,40	26,0	50,0	27,794	1,2	23,16	4,32
12,60	28,0	46,0	29,794	1,4	21,28	4,7
12,80	22,0	43,0	23,794	1,0667	22,31	4,48
13,00	20,0	36,0	21,794	1,1333	19,23	5,2
13,20	23,0	40,0	24,932	1,2667	19,68	5,08
13,40	23,0	42,0	24,932	1,2	20,78	4,81
13,60	25,0	43,0	26,932	1,1333	23,76	4,21
13,80	23,0	40,0	24,932	1,5333	16,26	6,15
14,00	20,0	43,0	21,932	1,8	12,18	8,21
14,20	24,0	51,0	26,07	1,6	16,29	6,14
14,40	24,0	48,0	26,07	1,6667	15,64	6,39
14,60	25,0	50,0	27,07	1,6667	16,24	6,16
14,80	26,0	51,0	28,07	1,6	17,54	5,7
15,00	29,0	53,0	31,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	17,9497	1,0578	1,94	Coesivo	Argille sensitive
15,00	20,7402	1,1659	1,95	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,91
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,98

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Metodo generale del modulo Edometrico	45,98
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Metodo generale del modulo Edometrico	41,48

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Cancelli 1980	651,29
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Cancelli 1980	701,2

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Imai & Tomauchi	163,45
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Imai & Tomauchi	178,54

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	P.W.Mayne 1991	8,47
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Meyerhof	1,95
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Meyerhof	1,96

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Meyerhof	2,03
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Meyerhof	2,04

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Piacentini- Righi 1988	2,12E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	17,9497	1,0578	0,58	0,58	Piacentini- Righi 1988	5,38491E-07
Strato 2	15,00	20,7402	1,1659	2,04	2,04	Piacentini- Righi 1988	1,320931E-06

PROVA... Nr.5

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	14,0	30,0	14,138	0,9333	15,15	6,6
0,40	16,0	30,0	16,138	0,5333	30,26	3,3
0,60	13,0	21,0	13,138	1,1333	11,59	8,63
0,80	26,0	43,0	26,138	1,4	18,67	5,36
1,00	26,0	47,0	26,138	1,8667	14,0	7,14
1,20	30,0	58,0	30,276	1,2	25,23	3,96
1,40	18,0	36,0	18,276	1,4667	12,46	8,03
1,60	19,0	41,0	19,276	1,0667	18,07	5,53
1,80	16,0	32,0	16,276	1,2667	12,85	7,78
2,00	21,0	40,0	21,276	1,4	15,2	6,58
2,20	22,0	43,0	22,414	1,2667	17,69	5,65
2,40	19,0	38,0	19,414	1,4	13,87	7,21
2,60	19,0	40,0	19,414	1,1333	17,13	5,84
2,80	17,0	34,0	17,414	1,0667	16,33	6,13
3,00	16,0	32,0	16,414	1,0667	15,39	6,5
3,20	15,0	31,0	15,552	1,2	12,96	7,72
3,40	17,0	35,0	17,552	1,0	17,55	5,7
3,60	14,0	29,0	14,552	0,9333	15,59	6,41
3,80	14,0	28,0	14,552	1,0	14,55	6,87
4,00	15,0	30,0	15,552	1,2667	12,28	8,14
4,20	19,0	38,0	19,69	1,3333	14,77	6,77
4,40	20,0	40,0	20,69	1,2	17,24	5,8
4,60	21,0	39,0	21,69	1,4	15,49	6,45
4,80	22,0	43,0	22,69	1,4667	15,47	6,46
5,00	24,0	46,0	24,69	1,6	15,43	6,48
5,20	24,0	48,0	24,828	1,4667	16,93	5,91
5,40	21,0	43,0	21,828	1,3333	16,37	6,11
5,60	24,0	44,0	24,828	1,6	15,52	6,44
5,80	26,0	50,0	26,828	1,2667	21,18	4,72
6,00	22,0	41,0	22,828	1,3333	17,12	5,84
6,20	20,0	40,0	20,966	1,7333	12,1	8,27
6,40	24,0	50,0	24,966	1,2	20,81	4,81
6,60	21,0	39,0	21,966	0,9333	23,54	4,25
6,80	16,0	30,0	16,966	1,0667	15,91	6,29
7,00	14,0	30,0	14,966	1,1333	13,21	7,57
7,20	13,0	30,0	14,104	1,3333	10,58	9,45
7,40	20,0	40,0	21,104	1,2	17,59	5,69
7,60	14,0	32,0	15,104	1,1333	13,33	7,5
7,80	16,0	33,0	17,104	1,0	17,1	5,85
8,00	14,0	29,0	15,104	1,0	15,1	6,62
8,20	16,0	31,0	17,242	1,3333	12,93	7,73
8,40	18,0	38,0	19,242	1,2	16,04	6,24
8,60	17,0	35,0	18,242	1,2	15,2	6,58
8,80	21,0	39,0	22,242	1,5333	14,51	6,89
9,00	23,0	46,0	24,242	1,4	17,32	5,78
9,20	19,0	40,0	20,38	1,4	14,56	6,87
9,40	22,0	43,0	23,38	1,4	16,7	5,99
9,60	20,0	41,0	21,38	1,5333	13,94	7,17
9,80	21,0	44,0	22,38	1,4	15,99	6,26
10,00	22,0	43,0	23,38	1,2	19,48	5,13
10,20	19,0	37,0	20,518	1,2	17,1	5,85
10,40	21,0	39,0	22,518	1,0667	21,11	4,74
10,60	19,0	35,0	20,518	1,2667	16,2	6,17

10,80	21,0	40,0	22,518	1,3333	16,89	5,92
11,00	19,0	39,0	20,518	1,2	17,1	5,85
11,20	19,0	37,0	20,656	1,2667	16,31	6,13
11,40	19,0	38,0	20,656	1,2	17,21	5,81
11,60	16,0	34,0	17,656	1,2	14,71	6,8
11,80	19,0	37,0	20,656	1,2	17,21	5,81
12,00	21,0	39,0	22,656	1,2667	17,89	5,59
12,20	22,0	41,0	23,794	1,8	13,22	7,56
12,40	28,0	55,0	29,794	1,6	18,62	5,37
12,60	26,0	50,0	27,794	1,7333	16,04	6,24
12,80	24,0	50,0	25,794	1,6	16,12	6,2
13,00	25,0	49,0	26,794	0,3333	80,39	1,24
13,20	23,0	28,0	24,932	0,9333	26,71	3,74
13,40	21,0	35,0	22,932	1,6	14,33	6,98
13,60	26,0	50,0	27,932	1,4	19,95	5,01
13,80	23,0	44,0	24,932	1,6667	14,96	6,68
14,00	23,0	48,0	24,932	1,5333	16,26	6,15
14,20	20,0	43,0	22,07	1,2	18,39	5,44
14,40	23,0	41,0	25,07	1,2	20,89	4,79
14,60	22,0	40,0	24,07	1,2667	19,0	5,26
14,80	20,0	39,0	22,07	1,4667	15,05	6,65
15,00	20,0	42,0	22,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	20,1497	1,2533	1,97	Coesivo	Argille sensitive
15,00	21,7402	1,2637	1,96	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,03
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,04

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	41,61
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Metodo generale del modulo Edometrico	43,48

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Cancelli 1980	733,45
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Cancelli 1980	737,86

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	175,41
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Imai & Tomauchi	183,75

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Meyerhof	1,97
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Meyerhof	1,97

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Meyerhof	2,05
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Meyerhof	2,05

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	20,1497	1,2533	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	6,04491E-07
Strato 2	15,00	21,7402	1,2637	2,06	2,06	Piacentini- Righi 1988	6,52206E-07

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	f _s /q _c 100 (Schmertmann)
0,20	35,0	73,0	35,138	1,2667	27,74	3,6
0,40	40,0	59,0	40,138	2,7333	14,68	6,81
0,60	37,0	78,0	37,138	1,7333	21,43	4,67
0,80	37,0	63,0	37,138	2,1333	17,41	5,74
1,00	41,0	73,0	41,138	0,6667	61,7	1,62
1,20	19,0	29,0	19,276	1,1333	17,01	5,88
1,40	16,0	33,0	16,276	1,2667	12,85	7,78
1,60	15,0	34,0	15,276	0,9333	16,37	6,11
1,80	16,0	30,0	16,276	0,8667	18,78	5,33
2,00	14,0	27,0	14,276	1,3333	10,71	9,34
2,20	16,0	36,0	16,414	1,2667	12,96	7,72
2,40	18,0	37,0	18,414	1,4	13,15	7,6
2,60	18,0	39,0	18,414	1,2667	14,54	6,88
2,80	16,0	35,0	16,414	1,1333	14,48	6,9
3,00	19,0	36,0	19,414	1,3333	14,56	6,87
3,20	17,0	37,0	17,552	1,2	14,63	6,84
3,40	18,0	36,0	18,552	1,2	15,46	6,47
3,60	17,0	35,0	17,552	0,7333	23,94	4,18
3,80	14,0	25,0	14,552	0,7333	19,84	5,04
4,00	13,0	24,0	13,552	0,6667	20,33	4,92
4,20	11,0	21,0	11,69	0,7333	15,94	6,27
4,40	10,0	21,0	10,69	0,6667	16,03	6,24
4,60	13,0	23,0	13,69	0,5333	25,67	3,9
4,80	8,0	16,0	8,69	0,6	14,48	6,9
5,00	10,0	19,0	10,69	0,5333	20,05	4,99
5,20	11,0	19,0	11,828	0,5333	22,18	4,51
5,40	13,0	21,0	13,828	0,6	23,05	4,34
5,60	10,0	19,0	10,828	0,6	18,05	5,54
5,80	9,0	18,0	9,828	0,4	24,57	4,07
6,00	8,0	14,0	8,828	0,3333	26,49	3,78
6,20	7,0	12,0	7,966	0,4	19,92	5,02
6,40	6,0	12,0	6,966	0,4	17,42	5,74
6,60	7,0	13,0	7,966	0,4	19,92	5,02
6,80	6,0	12,0	6,966	0,4667	14,93	6,7
7,00	6,0	13,0	6,966	0,4	17,42	5,74
7,20	7,0	13,0	8,104	0,2667	30,39	3,29
7,40	5,0	9,0	6,104	0,3333	18,31	5,46
7,60	6,0	11,0	7,104	0,4	17,76	5,63
7,80	6,0	12,0	7,104	0,4	17,76	5,63
8,00	7,0	13,0	8,104	0,5333	15,2	6,58
8,20	8,0	16,0	9,242	1,2	7,7	12,98
8,40	17,0	35,0	18,242	0,5333	34,21	2,92
8,60	12,0	20,0	13,242	0,7333	18,06	5,54
8,80	10,0	21,0	11,242	0,4	28,11	3,56
9,00	8,0	14,0	9,242	0,4	23,11	4,33
9,20	7,0	13,0	8,38	0,5333	15,71	6,36
9,40	7,0	15,0	8,38	0,4667	17,96	5,57
9,60	8,0	15,0	9,38	0,5333	17,59	5,69
9,80	9,0	17,0	10,38	0,5333	19,46	5,14
10,00	8,0	16,0	9,38	0,5333	17,59	5,69
10,20	9,0	17,0	10,518	0,8667	12,14	8,24
10,40	16,0	29,0	17,518	0,8667	20,21	4,95
10,60	14,0	27,0	15,518	0,8667	17,9	5,59

10,80	13,0	26,0	14,518	0,7333	19,8	5,05
11,00	10,0	21,0	11,518	0,6667	17,28	5,79
11,20	10,0	20,0	11,656	0,6667	17,48	5,72
11,40	11,0	21,0	12,656	0,6667	18,98	5,27
11,60	13,0	23,0	14,656	0,6667	21,98	4,55
11,80	10,0	20,0	11,656	0,5333	21,86	4,58
12,00	14,0	22,0	15,656	0,8	19,57	5,11
12,20	16,0	28,0	17,794	0,8	22,24	4,5
12,40	13,0	25,0	14,794	0,9333	15,85	6,31
12,60	12,0	26,0	13,794	1,0667	12,93	7,73
12,80	17,0	33,0	18,794	1,0	18,79	5,32
13,00	13,0	28,0	14,794	0,6	24,66	4,06
13,20	12,0	21,0	13,932	0,6	23,22	4,31
13,40	10,0	19,0	11,932	0,8667	13,77	7,26
13,60	12,0	25,0	13,932	0,9333	14,93	6,7
13,80	13,0	27,0	14,932	0,9333	16,0	6,25
14,00	16,0	30,0	17,932	0,8	22,42	4,46
14,20	14,0	26,0	16,07	0,8	20,09	4,98
14,40	13,0	25,0	15,07	0,8667	17,39	5,75
14,60	14,0	27,0	16,07	0,8667	18,54	5,39
14,80	17,0	30,0	19,07	0,8667	22,0	4,54
15,00	16,0	29,0	18,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	18,4497	1,0178	1,93	Coesivo	Argille sensitive
15,00	12,2958	0,6474	1,85	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,94
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,84

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Metodo generale del modulo Edometrico	45,18
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Metodo generale del modulo Edometrico	47,17

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Cancelli 1980	670,15
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Cancelli 1980	386,45

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Imai & Tomauchi	166,22
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Imai & Tomauchi	129,72

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	P.W.Mayne 1991	8,72
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	P.W.Mayne 1991	5,65

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Meyerhof	1,95
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Meyerhof	1,86

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Meyerhof	2,03
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Meyerhof	1,94

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Piacentini- Righi 1988	5,41E-11
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Piacentini- Righi 1988	4,50E-10

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	18,4497	1,0178	0,58	0,58	Piacentini- Righi 1988	2,99677E-06
Strato 2	15,00	12,2958	0,6474	1,99	1,99	Piacentini- Righi 1988	1,660956E-05

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

15,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	40,0	50,0	40,138	1,2	33,45	2,99
0,40	43,0	61,0	43,138	1,2667	34,06	2,94
0,60	30,0	49,0	30,138	1,6	18,84	5,31
0,80	29,0	53,0	29,138	1,5333	19,0	5,26
1,00	27,0	50,0	27,138	1,0	27,14	3,68
1,20	18,0	33,0	18,276	0,9333	19,58	5,11
1,40	16,0	30,0	16,276	1,2667	12,85	7,78
1,60	18,0	37,0	18,276	1,4667	12,46	8,03
1,80	19,0	41,0	19,276	1,2	16,06	6,23
2,00	18,0	36,0	18,276	1,2	15,23	6,57
2,20	19,0	37,0	19,414	1,4	13,87	7,21
2,40	20,0	41,0	20,414	1,2667	16,12	6,21
2,60	19,0	38,0	19,414	1,4	13,87	7,21
2,80	18,0	39,0	18,414	1,2667	14,54	6,88
3,00	16,0	35,0	16,414	1,3333	12,31	8,12
3,20	20,0	40,0	20,552	1,2	17,13	5,84
3,40	24,0	42,0	24,552	1,1333	21,66	4,62
3,60	17,0	34,0	17,552	0,6667	26,33	3,8
3,80	10,0	20,0	10,552	0,8	13,19	7,58
4,00	13,0	25,0	13,552	0,8	16,94	5,9
4,20	19,0	31,0	19,69	1,1333	17,37	5,76
4,40	20,0	37,0	20,69	1,2667	16,33	6,12
4,60	19,0	38,0	19,69	0,8	24,61	4,06
4,80	24,0	36,0	24,69	1,1333	21,79	4,59
5,00	23,0	40,0	23,69	1,2	19,74	5,07
5,20	22,0	40,0	22,828	0,7333	31,13	3,21
5,40	18,0	29,0	18,828	0,6	31,38	3,19
5,60	10,0	19,0	10,828	0,6667	16,24	6,16
5,80	7,0	17,0	7,828	0,5333	14,68	6,81
6,00	8,0	16,0	8,828	0,6667	13,24	7,55
6,20	7,0	17,0	7,966	0,4	19,92	5,02
6,40	5,0	11,0	5,966	0,4	14,92	6,7
6,60	7,0	13,0	7,966	0,8667	9,19	10,88
6,80	10,0	23,0	10,966	1,2	9,14	10,94
7,00	20,0	38,0	20,966	0,6667	31,45	3,18
7,20	10,0	20,0	11,104	0,5333	20,82	4,8
7,40	8,0	16,0	9,104	0,6667	13,66	7,32
7,60	11,0	21,0	12,104	0,6	20,17	4,96
7,80	9,0	18,0	10,104	0,2667	37,89	2,64
8,00	5,0	9,0	6,104	0,2667	22,89	4,37
8,20	6,0	10,0	7,242	0,4667	15,52	6,44
8,40	8,0	15,0	9,242	0,6	15,4	6,49
8,60	10,0	19,0	11,242	0,4667	24,09	4,15
8,80	8,0	15,0	9,242	0,4	23,11	4,33
9,00	8,0	14,0	9,242	0,6667	13,86	7,21
9,20	10,0	20,0	11,38	0,7333	15,52	6,44
9,40	10,0	21,0	11,38	0,8	14,23	7,03
9,60	11,0	23,0	12,38	0,8667	14,28	7,0
9,80	12,0	25,0	13,38	0,6667	20,07	4,98
10,00	11,0	21,0	12,38	0,4667	26,53	3,77
10,20	8,0	15,0	9,518	0,8	11,9	8,41
10,40	10,0	22,0	11,518	0,7333	15,71	6,37
10,60	13,0	24,0	14,518	0,6667	21,78	4,59

10,80	16,0	26,0	17,518	0,8	21,9	4,57
11,00	13,0	25,0	14,518	0,8667	16,75	5,97
11,20	16,0	29,0	17,656	1,0	17,66	5,66
11,40	16,0	31,0	17,656	1,0	17,66	5,66
11,60	18,0	33,0	19,656	1,1333	17,34	5,77
11,80	17,0	34,0	18,656	1,3333	13,99	7,15
12,00	19,0	39,0	20,656	1,3333	15,49	6,45
12,20	19,0	39,0	20,794	1,4667	14,18	7,05
12,40	21,0	43,0	22,794	1,2	19,0	5,26
12,60	23,0	41,0	24,794	1,4667	16,9	5,92
12,80	23,0	45,0	24,794	1,7333	14,3	6,99
13,00	19,0	45,0	20,794	1,0667	19,49	5,13
13,20	23,0	39,0	24,932	1,5333	16,26	6,15
13,40	22,0	45,0	23,932	1,4667	16,32	6,13
13,60	19,0	41,0	20,932	1,1333	18,47	5,41
13,80	23,0	40,0	24,932	1,4667	17,0	5,88
14,00	20,0	42,0	21,932	0,8667	25,31	3,95
14,20	30,0	43,0	32,07	1,7333	18,5	5,4
14,40	27,0	53,0	29,07	1,8667	15,57	6,42
14,60	23,0	51,0	25,07	1,4667	17,09	5,85
14,80	27,0	49,0	29,07	1,5333	18,96	5,27
15,00	20,0	43,0	22,07	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
6,00	20,6163	1,0889	1,96	Coesivo	Argille sensitive
15,00	16,4291	0,9259	1,9	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,05
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,91

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	41,23
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Metodo generale del modulo Edometrico	47,72

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	--------------------------

				totale (Kg/cm ²)	efficace (Kg/cm ²)		
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Cancelli 1980	751,06
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Cancelli 1980	539,93

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	177,89
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Imai & Tomauchi	154,85

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	P.W.Mayne 1991	7,71

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Meyerhof	1,97
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Meyerhof	1,92

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Meyerhof	2,05
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Meyerhof	2,0

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,47E-10
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Piacentini- Righi 1988	3,84E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)

Strato 1	6,00	20,6163	1,0889	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	9,108825E-06
Strato 2	15,00	16,4291	0,9259	2,03	2,03	Piacentini- Righi 1988	1,891301E-06

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data

PAGANI TG 63 (200 kN)
24/06/2011

Profondità prova

10,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	31,0	48,0	31,138	1,5333	20,31	4,92
0,40	30,0	53,0	30,138	1,6	18,84	5,31
0,60	31,0	55,0	31,138	1,2	25,95	3,85
0,80	18,0	36,0	18,138	1,4	12,96	7,72
1,00	25,0	46,0	25,138	1,2	20,95	4,77
1,20	31,0	49,0	31,276	1,6667	18,77	5,33
1,40	26,0	51,0	26,276	1,7333	15,16	6,6
1,60	25,0	51,0	25,276	1,4	18,05	5,54
1,80	35,0	56,0	35,276	1,9333	18,25	5,48
2,00	31,0	60,0	31,276	1,4	22,34	4,48
2,20	23,0	44,0	23,414	1,0667	21,95	4,56
2,40	22,0	38,0	22,414	1,2	18,68	5,35
2,60	23,0	41,0	23,414	1,3333	17,56	5,69
2,80	22,0	42,0	22,414	1,4667	15,28	6,54
3,00	23,0	45,0	23,414	1,5333	15,27	6,55
3,20	21,0	44,0	21,552	1,4	15,39	6,5
3,40	20,0	41,0	20,552	1,3333	15,41	6,49
3,60	20,0	40,0	20,552	1,2	17,13	5,84
3,80	19,0	37,0	19,552	0,8667	22,56	4,43
4,00	17,0	30,0	17,552	1,2667	13,86	7,22
4,20	19,0	38,0	19,69	1,1333	17,37	5,76
4,40	18,0	35,0	18,69	1,2667	14,75	6,78
4,60	20,0	39,0	20,69	1,0667	19,4	5,16
4,80	18,0	34,0	18,69	0,8	23,36	4,28
5,00	13,0	25,0	13,69	0,8667	15,8	6,33
5,20	13,0	26,0	13,828	0,6	23,05	4,34
5,40	11,0	20,0	11,828	0,6	19,71	5,07
5,60	12,0	21,0	12,828	0,8	16,04	6,24
5,80	14,0	26,0	14,828	0,8	18,54	5,4
6,00	13,0	25,0	13,828	0,8667	15,95	6,27
6,20	13,0	26,0	13,966	0,7333	19,05	5,25
6,40	14,0	25,0	14,966	0,6667	22,45	4,45
6,60	11,0	21,0	11,966	0,6667	17,95	5,57
6,80	12,0	22,0	12,966	0,6667	19,45	5,14
7,00	13,0	23,0	13,966	0,6	23,28	4,3
7,20	10,0	19,0	11,104	0,7333	15,14	6,6
7,40	13,0	24,0	14,104	0,5333	26,45	3,78
7,60	8,0	16,0	9,104	0,4	22,76	4,39
7,80	8,0	14,0	9,104	0,3333	27,31	3,66
8,00	7,0	12,0	8,104	1,2	6,75	14,81
8,20	17,0	35,0	18,242	0,5333	34,21	2,92
8,40	12,0	20,0	13,242	0,4	33,11	3,02
8,60	8,0	14,0	9,242	0,4	23,11	4,33
8,80	7,0	13,0	8,242	0,5333	15,45	6,47
9,00	7,0	15,0	8,242	0,6667	12,36	8,09
9,20	10,0	20,0	11,38	0,6	18,97	5,27
9,40	12,0	21,0	13,38	0,4667	28,67	3,49
9,60	8,0	15,0	9,38	0,8	11,73	8,53
9,80	10,0	22,0	11,38	0,7333	15,52	6,44
10,00	13,0	24,0	14,38	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media	fs Media	Gamma Medio	Comp. Geotecnico	Descrizione
---------------------	-------------	-------------	----------------	------------------	-------------

	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(t/m ²)		
6,00	21,9497	1,2178	1,98	Coesivo	Sabbie metastabili
10,00	11,823	0,5833	1,85	Coesivo	Sabbie metastabili

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,12
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,94

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	43,9
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Metodo generale del modulo Edometrico	46,62

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Cancelli 1980	800,84
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Cancelli 1980	384,94

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	184,83
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Imai & Tomauchi	126,65

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	P.W.Mayne 1991	5,41

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Meyerhof	1,98
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Meyerhof	1,86

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	--	--	---	-----

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Meyerhof	2,06
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Meyerhof	1,94

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	2,71E-11
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Piacentini- Righi 1988	2,26E-09

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	6,00	21,9497	1,2178	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,783907E-06
Strato 2	10,00	11,823	0,5833	1,56	1,56	Piacentini- Righi 1988	8,032126E-05

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data 24/06/2011

Profondità prova

10,00 mt

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	13,0	30,0	13,138	0,7333	17,92	5,58
0,40	14,0	25,0	14,138	0,8	17,67	5,66
0,60	12,0	24,0	12,138	1,4	8,67	11,53
0,80	24,0	45,0	24,138	1,7333	13,93	7,18
1,00	25,0	51,0	25,138	2,2	11,43	8,75
1,20	28,0	61,0	28,276	1,4667	19,28	5,19
1,40	27,0	49,0	27,276	1,4667	18,6	5,38
1,60	20,0	42,0	20,276	1,0	20,28	4,93
1,80	15,0	30,0	15,276	1,2667	12,06	8,29
2,00	19,0	38,0	19,276	1,4	13,77	7,26
2,20	20,0	41,0	20,414	1,4667	13,92	7,18
2,40	20,0	42,0	20,414	1,3333	15,31	6,53
2,60	19,0	39,0	19,414	1,2	16,18	6,18
2,80	17,0	35,0	17,414	1,1333	15,37	6,51
3,00	16,0	33,0	16,414	1,0	16,41	6,09
3,20	14,0	29,0	14,552	1,0667	13,64	7,33
3,40	16,0	32,0	16,552	1,0	16,55	6,04
3,60	14,0	29,0	14,552	1,0667	13,64	7,33
3,80	15,0	31,0	15,552	1,0667	14,58	6,86
4,00	16,0	32,0	16,552	1,3333	12,41	8,06
4,20	20,0	40,0	20,69	1,3333	15,52	6,44
4,40	20,0	40,0	20,69	1,3333	15,52	6,44
4,60	21,0	41,0	21,69	1,3333	16,27	6,15
4,80	22,0	42,0	22,69	1,4	16,21	6,17
5,00	23,0	44,0	23,69	1,4667	16,15	6,19
5,20	22,0	44,0	22,828	1,4667	15,56	6,43
5,40	21,0	43,0	21,828	1,3333	16,37	6,11
5,60	24,0	44,0	24,828	1,6	15,52	6,44
5,80	25,0	49,0	25,828	1,2667	20,39	4,9
6,00	20,0	39,0	20,828	1,3333	15,62	6,4
6,20	20,0	40,0	20,966	1,7333	12,1	8,27
6,40	23,0	49,0	23,966	1,2667	18,92	5,29
6,60	20,0	39,0	20,966	0,8	26,21	3,82
6,80	18,0	30,0	18,966	1,0667	17,78	5,62
7,00	15,0	31,0	15,966	0,8	19,96	5,01
7,20	11,0	23,0	12,104	0,6	20,17	4,96
7,40	8,0	17,0	9,104	1,4	6,5	15,38
7,60	11,0	32,0	12,104	0,7333	16,51	6,06
7,80	10,0	21,0	11,104	0,7333	15,14	6,6
8,00	12,0	23,0	13,104	1,2	10,92	9,16
8,20	24,0	42,0	25,242	1,3333	18,93	5,28
8,40	20,0	40,0	21,242	0,9333	22,76	4,39
8,60	15,0	29,0	16,242	0,6667	24,36	4,1
8,80	11,0	21,0	12,242	0,6667	18,36	5,45
9,00	12,0	22,0	13,242	0,8	16,55	6,04
9,20	13,0	25,0	14,38	0,6667	21,57	4,64
9,40	11,0	21,0	12,38	0,8	15,48	6,46
9,60	12,0	24,0	13,38	0,7333	18,25	5,48
9,80	12,0	23,0	13,38	0,7333	18,25	5,48
10,00	11,0	22,0	12,38	0,0		0,0

Prof. Strato	qc	fs	Gamma	Comp. Geotecnico	Descrizione
--------------	----	----	-------	------------------	-------------

(m)	Media (Kg/cm ²)	Media (Kg/cm ²)	Medio (t/m ³)		
6,00	20,1156	1,3195	1,96	Coesivo	Argille sensitive
10,00	15,623	0,8833	1,91	Coesivo	Argille sensitive

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Lunne, Robertson and Powell 1977	1,03
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Lunne, Robertson and Powell 1977	0,85

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Metodo generale del modulo Edometrico	41,7
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Metodo generale del modulo Edometrico	48,21

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Cancelli 1980	732,29
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Cancelli 1980	527,44

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Imai & Tomauchi	175,23
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Imai & Tomauchi	150,16

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	P.W.Mayne 1991	9
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	P.W.Mayne 1991	7,31

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Meyerhof	1,97
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Meyerhof	1,91

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	--	--	---	-----

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Meyerhof	2,05
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Meyerhof	1,99

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Piacentini- Righi 1988	3,95E-11

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	6,00	20,1156	1,3195	0,59	0,59	Piacentini- Righi 1988	6,03468E-07
Strato 2	10,00	15,623	0,8833	1,56	1,56	Piacentini- Righi 1988	1,852836E-06

ALLEGATO 2

Report Masw

Costruzioni Grenti S.r.l.
Via Marconi, 6 - SOLIGNANO (PR)
email: mg@grnti.it

Prospezione Sismica di Superficie
Definizione Azione Sismica di progetto
(da ottemperanza D.M. 14/01/2008)
Metodologia MASW

COMMITTENTE:

IMMOBILIARE ARCO S.R.L.

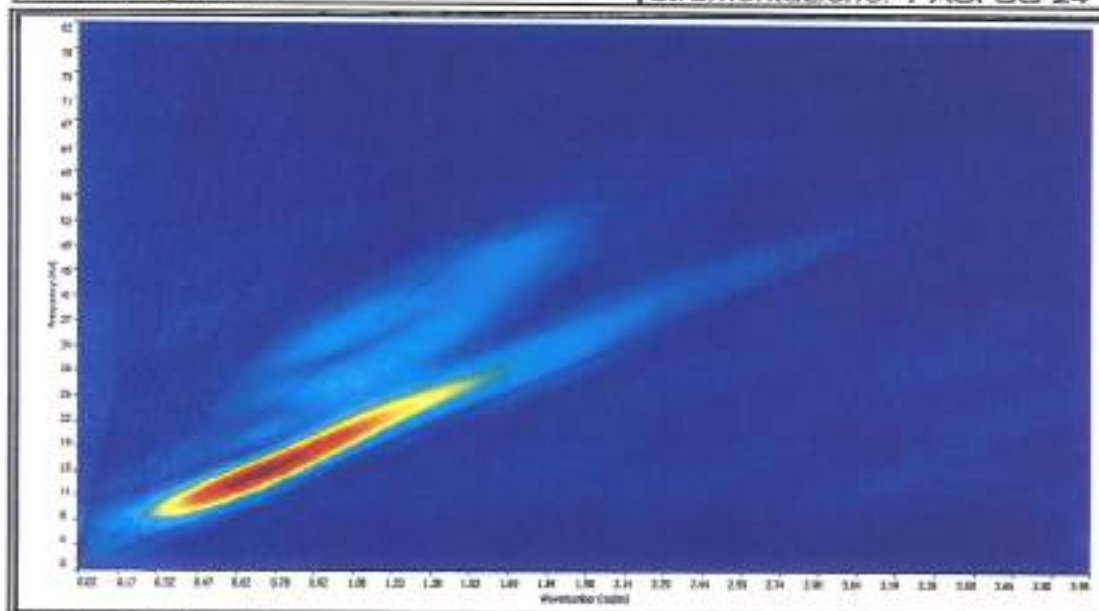
Data: Giugno 2011

Nome File: mw_Chiozzola

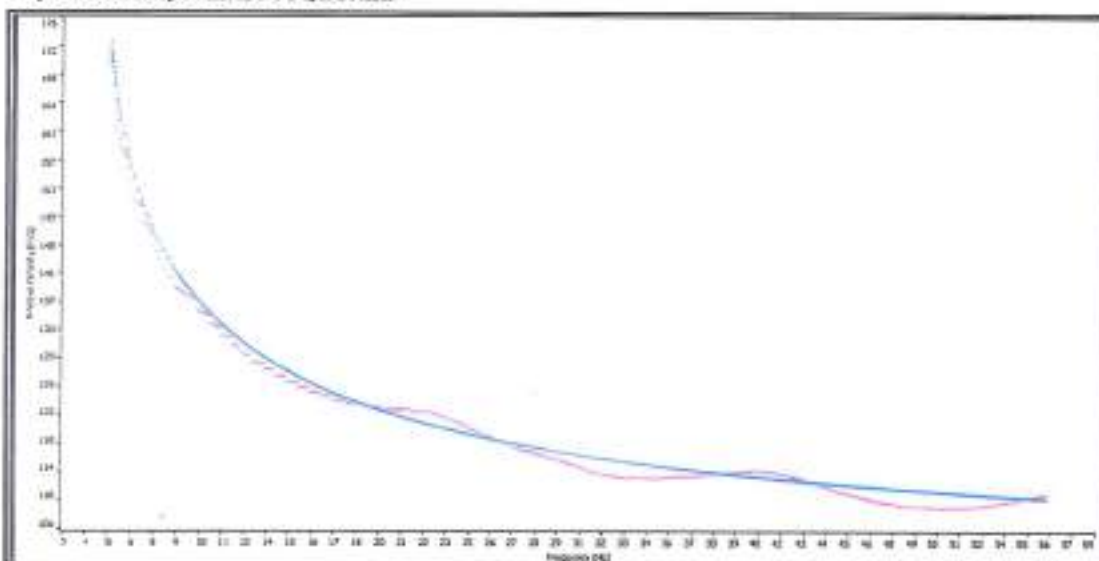
Strumentazione: PASI SG 24

Località: Chiozzola

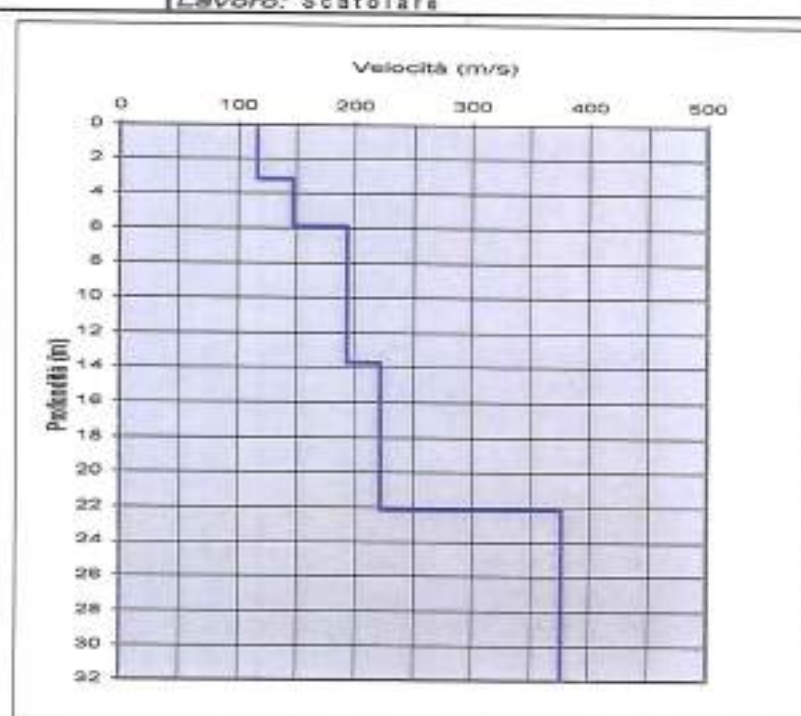
Lavoro: Scatolare



Spettro Ampiezza/Frequenza



Sovrapposizione Curva teorica /Curva di calcolo



Profilo velocità/profondità

	Profondità		Spessore	Vel. Media
	da	a	m	m/sec
Strato 1	0,00	3,23	3,23	118,00
Strato 2	3,23	5,98	2,75	145,00
Strato 3	5,98	13,80	7,82	191,00
Strato 4	13,80	22,18	8,38	220,00
Strato 5	22,18	30,00	7,82	375,00

Vs 30 = 205 m/sec

Caratteristiche Indagine

N° geofoni a 4,5 Hz 24
Spaziatura geofoni 1,5 m
Lunghezza stendimento 34,5 m
Energizzazione 14 m

ALLEGATO 3

Cross Section

CROSS-SECTION NUOVO ASSE VIARIO:

