

ALLEGATO E alla Delibera di
Consiglio Comunale n. ____ del
22/07/2021



Città di Maranello



POC

**Piano
Operativo
Comunale**

VARIANTE

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

ADOZIONE: Del. C.C. n. 12 del 07/04/2016

APPROVAZIONE: Del. C.C. n. 33 del 27/07/2016

VARIANTE 2020

ADOZIONE: Del. C.C. n. 15 del 23/04/2020

APPROVAZIONE: Del. C.C. n. ____ del _____

LUGLIO 2021

COMUNE DI MARANELLO
(PROVINCIA DI MODENA)

**VARIANTE AL POC PER L'AMBITO MOB – APS.i
DEL PSC DI MARANELLO (MO)**

<i>Committente</i>	<i>Timbro e Firma del committente</i>
Studio Tecnico geom. Gianni Amato Via Zozi, 20 Maranello – MO	
<i>Società e professionisti incaricati</i>	<i>Timbro e Firma del tecnico</i>
 <p>Via del Porto, 1 - 40122 Bologna Tel. 051/266075 - Fax 266401 E-mail: info@airis.it</p> <p>Gruppo di lavoro:</p> <p>Arch. Camilla ALESSI <i>Responsabile di Commessa</i></p> <p>Dott. Juri ALBERTAZZI* Ing. Irene BUGAMELLI* Dott. Geol. Valeriano FRANCHI Ing. Francesco MAZZA* Dott. Fabio MONTIGIANI Ing. Giacomo NONINO Dott. Francesca RAMETTA* Ing. Gildo TOMASSETTI* Geom. Andrea BARBIERI</p> <p>*tecnico acustico competente, abilitato ai sensi della legge 447/95</p>	

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA	N. Elaborato
	Unico
	Scala: Varie

C									
B									
A	10/04/2020	Emissione		Vari		CA		FM	
Revisione	Data	Descrizione	Dimensioni	Sigla	Firma	Sigla	Firma	Sigla	Firma
				Redazione		Controllo - emissione		Autorizzazione	

Nome file	20200408 Variante POC MOB – APS.i – RELGEO	Codice commessa	20068SAPC	Data	APRILE 2020
-----------	--	-----------------	-----------	------	-------------

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

INDICE

PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	7
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	16
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE E MODELLI GEOLOGICO-GEOTECNICO E SISMO-STRATIGRAFICO	21
4.1. DATI STRATIGRAFICI E GEOTECNICI D'ARCHIVIO.....	21
4.2. CAMPAGNA GEOGNOSTICA ESEGUITA PER QUESTO STUDIO	21
4.3. INDAGINI SISMICHE D'ARCHIVIO	24
4.4. DEFINIZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DGR RER 630/2019).....	28
5. AZIONE SISMICA IN BASE ALLE NTC18	32
5.1. AZIONE SISMICA DI BASE.....	32
5.2. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER L'AREA DI STUDIO.....	33
5.3. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE.....	34
5.4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO	36
5.5. EFFETTI DI SITO.....	37
5.6. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	38
5.7. ACCELERAZIONE SISMICA ORIZZONTALE AL SUOLO	40
5.8. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	41
6. CONDIZIONI E LIMITI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E SISMICA.....	41
7. SINTESI DELL'ANALISI DEI DATI RACCOLTI E CONCLUSIONI.....	44

PREMESSA

Si è provveduto alla stesura della presente relazione geologica e sismica inerente l'area di "via Trebbo", in Comune di Maranello (MO), in cui si propone la realizzazione di un insediamento produttivo nell' "Ambito Specializzato per logistica e Attività Produttive TRANSIT POINT RICCHETTI - MARANELLO NORD – MOB-APS.i" del POC 2016. L'attuazione della Proposta richiede una Variante al POC, necessaria per la realizzazione di tutta la Superficie utile ammessa dal PSC (Variante 2013), in aumento rispetto alla Superficie assegnata nel POC vigente (Secondo POC, approvato nel 2016). La Variante oggetto del presente studio è relativa alla possibilità di attuare l'intera Capacità edificatoria ammessa.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia, DM 11.03.1988, con riferimento specifico agli aspetti sismici come da DGR RER 630/2019 e DM 17.01.2018.

Per l'adempimento delle specifiche normative, è stato effettuato un sopralluogo sull'area in data 23/03/2020 al fine di verificarne l'idoneità geologica e geomorfologica.

Per la caratterizzazione litostratigrafia e geotecnica dei terreni di sottofondazione, sono state eseguite 10 penetrometrie statiche a punta meccanica (CPTm) e sono stati analizzati i dati della Relazione Ambientale allegata al progetto di piattaforma logistica per l'area di via Trebbo del Gruppo Ricchetti, a cura di ISO-STUDIO S.r.l. del 26/03/2009, nonché i dati contenuti nelle relazioni e tavole del Quadro Conoscitivo del PSC di Maranello.

Per la classificazione sismica dei terreni di sottofondazione ed il calcolo dei fattori d'amplificazione sismica come da DGR RER 630/2019, sono stati presi in considerazione i dati di due stendimenti sismici eseguiti con tecnica attiva MASW per la suddetta Relazione Ambientale, confrontandone i derivati fattori di amplificazione con quelli presenti nella tavola di microzonazione sismica del PSC.

La relazione si articola nel seguente modo:

- Inquadramento geografico
- Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico
- Descrizione del progetto
- Indagini geognostiche e geofisiche e modelli geologico-geotecnico e sismostratigrafico
- Azione sismica (NTC18)
- Sintesi dell'analisi dei dati raccolti e conclusioni

ALLEGATI

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata, sulla quale è prevista la trasformazione urbanistica in oggetto, è ubicata nel settore produttivo che si sviluppa lungo il limite nord-occidentale del territorio comunale di Maranello (MO). In particolare, essa è compresa tra il lato orientale del tracciato della Strada Provinciale nr. 3 (Via Giardini) e il lato occidentale di Via Trebbo, delimitata a sud da Via Baranzona ed a nord da Via Viazza (Il tronco). L'area è situata circa 1,5 km a N del Capoluogo, 1 km a SE di Ubersetto ed adiacente al margine nord-orientale del circuito automobilistico di proprietà Ferrari S.p.A., in Comune di Fiorano Modenese. Dal punto di vista topografico si trova in corrispondenza di un'ampia area pianeggiante di alta pianura, con debolissima pendenza verso NNE e con quote che, in corrispondenza dell'area di Variante sono prossime a circa 107 m s.l.m., in media. Il sistema idrografico ha nel Torrente Grizzaga e nel Torrente Taglio gli elementi principali più prossimi al sito. Il Torrente Taglio scorre circa 800 m ad ovest dell'area, con direzione S-N, passando per Ubersetto; il Torrente Grizzaga scorre circa 800 m ad est, con direzione SSO-NNE. Fossi minori, costruiti a drenaggio dei coltivi, hanno direzione all'incirca parallela a quella degli assi idrografici principali, con andamento all'incirca SO-NE.

Il clima è caratterizzato, nel periodo 1991-2008, da precipitazioni totali annue, in media, di 766 mm e temperature medie annue di 13,8°C¹, pari, rispettivamente, ad una variazione di +11 mm e +0,9°C rispetto al periodo 1961-1990.

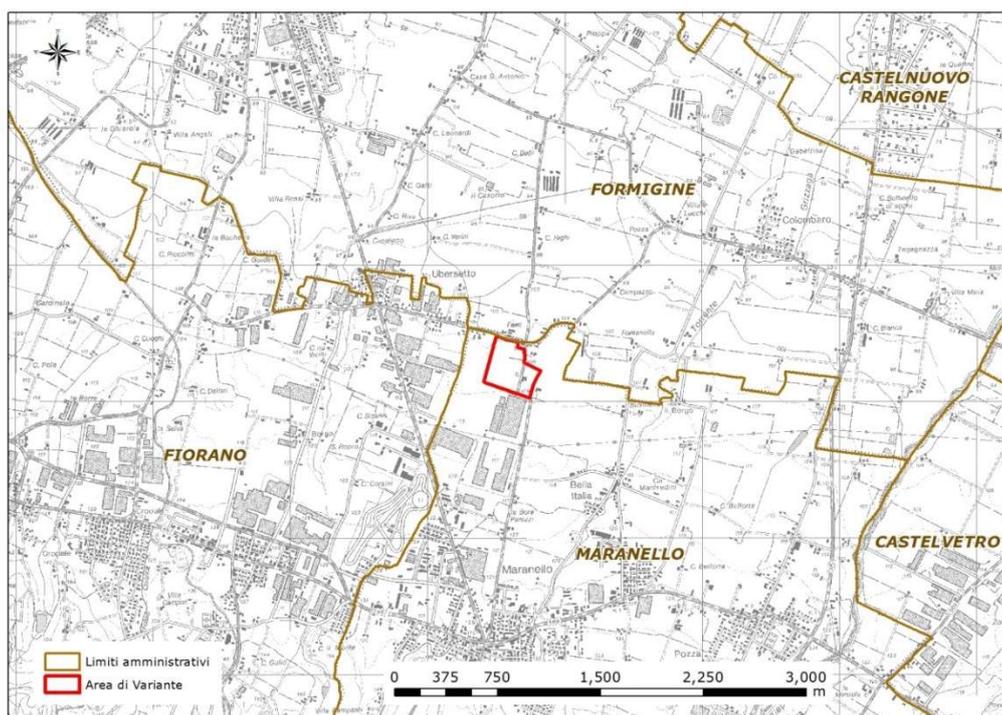


Figura 1 - Inquadramento geografico su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:25.000 – Tavola nr. 219NE denominata “Formigine”. Con il poligono rosso l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC.

¹ Atlante Idroclimatico dell'Emilia-Romagna - <http://www.arpa.emr.it/sim/?clima>

Nella cartografia regionale, l'area è compresa nella Tavola alla scala 1:25.000 nr. 219NE denominata "Formigine" (Figura 1), nella Sezione alla scala 1:10.000 nr. 21970 denominata "Maranello" e nell'Elemento alla scala 1:5.000 nr. 219074 denominato "Maranello" (Figura 2).

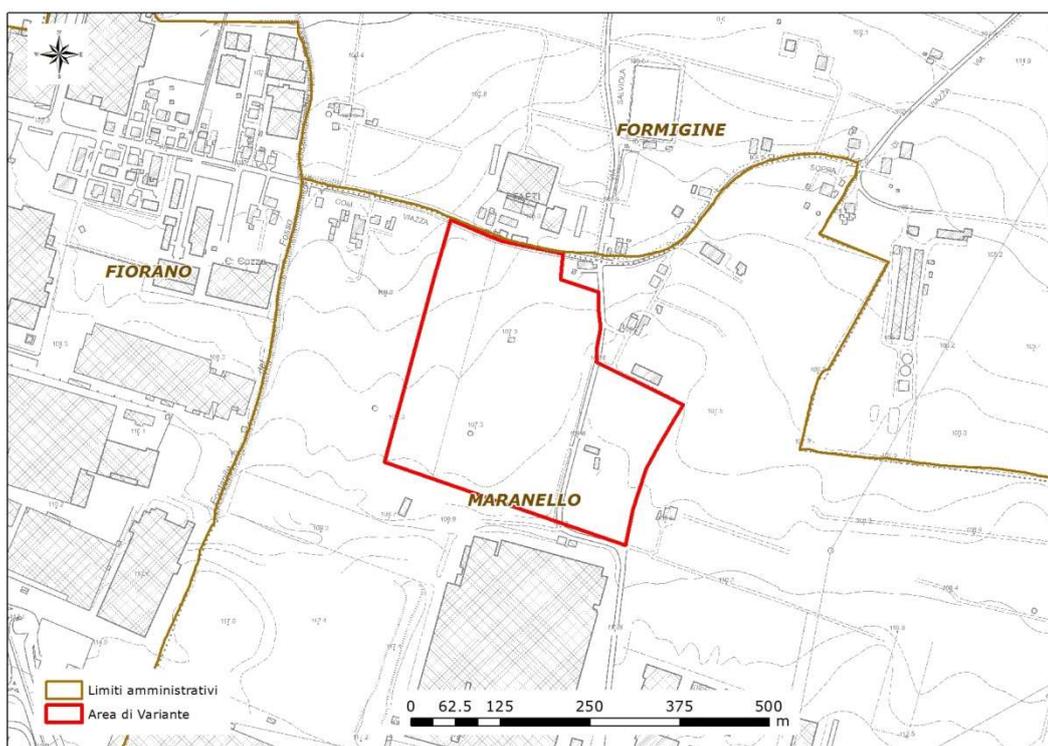


Figura 2 - Ubicazione dell'area d'indagine su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:5.000 – Elemento nr. 219074 denominato "Maranello". Il poligono rosso identifica l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC.



Figura 3 - Ubicazione dell'area d'indagine su ortofoto satellitare (fonte: Ortofoto multifunzione EMILIA-ROMAGNA - AGEA 2011 - RGB). Il poligono rosso identifica l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area di studio è ubicata in corrispondenza di una vasta area pianeggiante costituita interamente, in superficie, dai sedimenti della porzione superiore del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES). In particolare, nel settore sud-orientale affiorano le ghiaie o ghiaie sabbiose del Subsistema di Ravenna (AES8), con una copertura variabile di limi, limi argillosi e suolo. Il settore centro-settentrionale è caratterizzato dalla presenza di ghiaie sabbiose o limose relativamente più antiche, appartenenti all'Unità di Niviano (AES7a). Il margine occidentale, più prossimo all'alveo del Torrente Taglio, presenta, in superficie, ghiaie, sabbie e limi di terrazzo alluvionale, appartenenti all'unità di Modena (AES8a), posteriori al VI secolo d.C.



Figura 4 - Estratto della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano – Romagnolo a scala 1:10.000 (edizione 2007), a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Sezione 219070 – “Maranello”). Con il cerchio rosso l'area d'intervento.

Di seguito si riporta la descrizione dei depositi affioranti nell'area d'indagine ed in un suo significativo intorno, così come riportata nella legenda della Sezione 21070 “Maranello” della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano – Romagnolo a scala 1:10.000 (edizione 2007), a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

*Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano***AES8 - Subsistema di Ravenna**

Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi, organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. I limi divengono prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto sono presenti suoli a basso grado di alterazione, con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; gli orizzonti superficiali hanno colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. La potenza può essere superiore a 25 m.

Età: Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).

AES8a - Unità di Modena

Depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. I limi divengono prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. L'Unità è definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo, grigio-giallastro o bruno grigiastro. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. La potenza massima è di alcuni metri (< 10 m).

Età: Post-VI secolo d.C.

AES7b - Unità di Vignola

Ghiaie con matrice limo-sabbiosa, passanti a limi e limi sabbiosi. L'ambito deposizionale è quello fluviale intravallivo. Alla base dei versanti è presente una copertura colluviale limosa e argillosa. Al tetto vi sono suoli decarbonatati, con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1,5 e 2 m; gli orizzonti superficiali hanno colore da rosso bruno a bruno scuro. Il contatto inferiore è in discontinuità su unità più antiche. La potenza è di alcuni metri.

Età: Pleistocene Sup. - Olocene basale.

AES7a - Unità di Niviano

Depositi continentali ghiaioso sabbiosi o limosi dei terrazzi. Alla base dei versanti è presente una copertura colluviale limosa e argillosa. Al tetto si hanno suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione fino a 5m; gli orizzonti superficiali hanno colore variabile, a seconda della litologia, da rosso bruno a giallo bruno. Il contatto inferiore è in discontinuità sulle unità più antiche. La potenza affiorante è inferiore a 10 m o non valutabile.

Età: Pleistocene Sup.

L'area in studio si colloca nella zona apicale delle conoidi alluvionali dei torrenti minori pedecollinari, coalescenti con la conoide principale del Torrente Tiepido, di cui formalmente fanno parte: quella del Torrente Fossa di Spezzano, formatasi precedentemente alla deviazione antropica del torrente nella sua posizione attuale, e quelle dei torrenti Taglio e Grizzaga.

Dalla sezione geologica riportata in Figura 5 (a scala molto piccola), il primo livello ghiaioso risulta sub-affiorante. Secondo, invece, la sezione di maggior dettaglio interpretata da due stratigrafie di pozzi per acqua e presente all'interno dello studio ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009) (Figura 6), il tetto del primo livello ghiaioso sarebbe presente a circa 10 m dal piano campagna, anche se nella relazione dello stesso studio ambientale non si esclude la possibilità che vi possano essere lenti ghiaiose anche sub-affioranti (valutazione supportata da osservazioni sul terreno e da prove penetrometriche d'archivio eseguite in aree limitrofe). Se lo spessore del primo livello ghiaioso appare piuttosto limitato (circa 1 m), in corrispondenza del pozzo con codice RER 219070P620B (Figura 9 e Allegato 1), lo stesso spessore aumenta a circa 8 m già a pochi metri di distanza, verso sud-est, in corrispondenza del pozzo per acqua con codice RER 219070P781 (Figura 9 e Allegato 1).

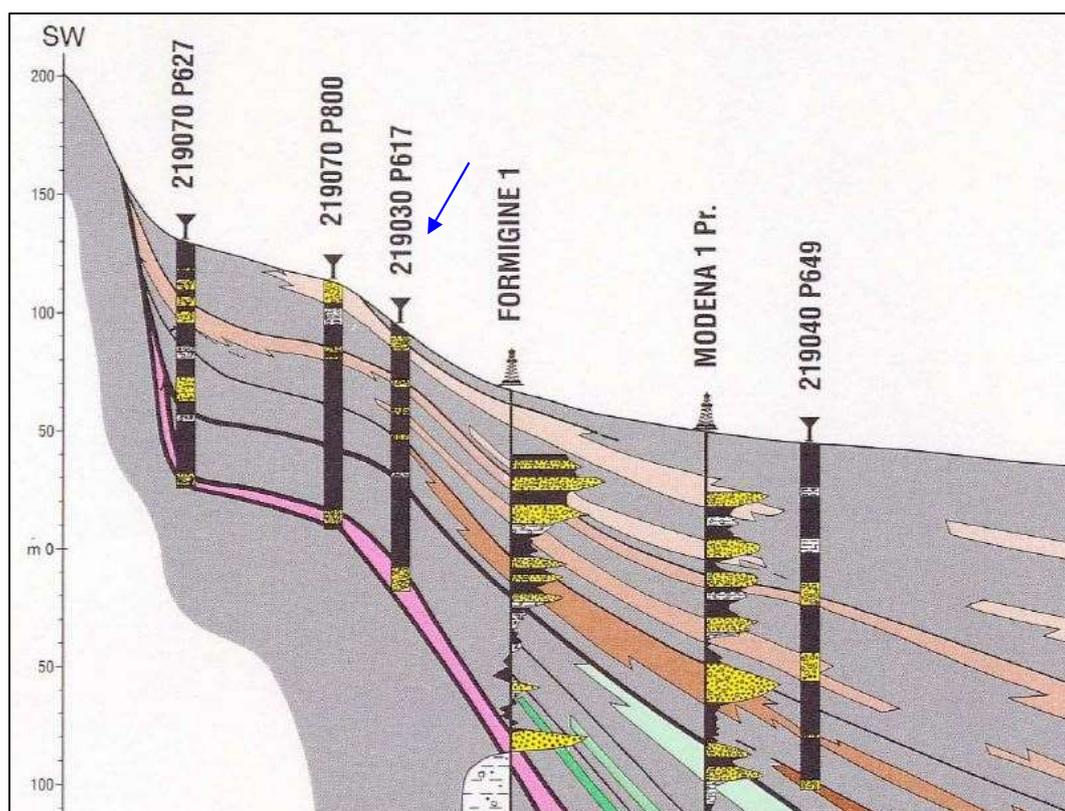


Figura 5 - Sezione n. 027 – Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna2. La freccia blu indica l'ubicazione di massima dell'area d'indagine. Parte della traccia di sezione è indicata in Figura 7.

² http://geo.regione.emilia-romagna.it/sezioni_geo/viewer.htm?Title=Servizio%20Geologico%20Sismico%20e%20dei%20Suoli

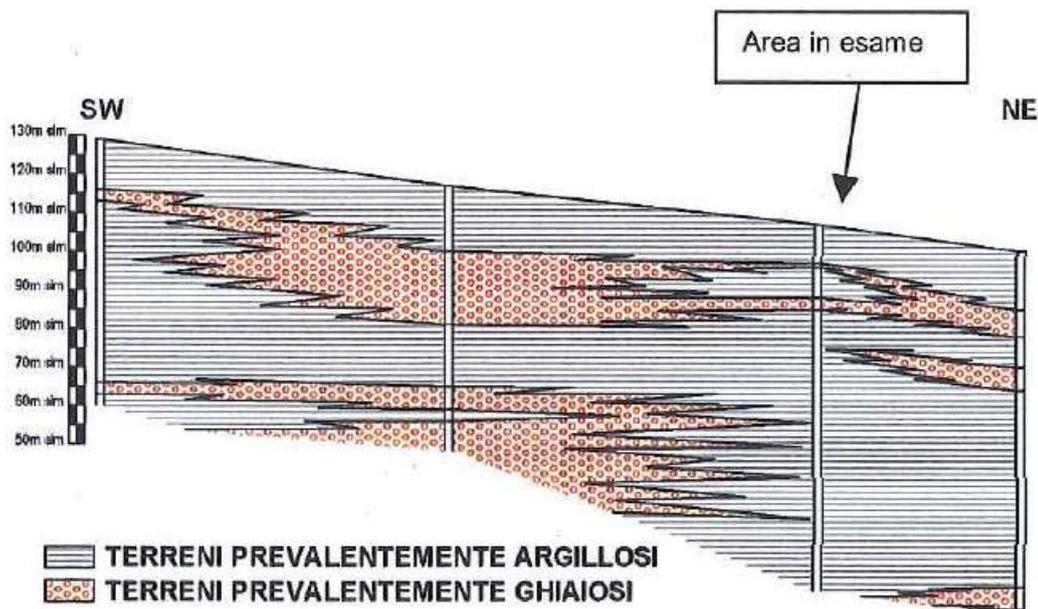


Figura 6 - Sezione geologica estratta dalla relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009). La traccia della sezione è visibile in Figura 8.



Figura 7 – Porzione della traccia di sezione nr. 027. Estratto Carta web delle sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano-romagnola. Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna. Con il cerchio rosso l’area d’intervento.

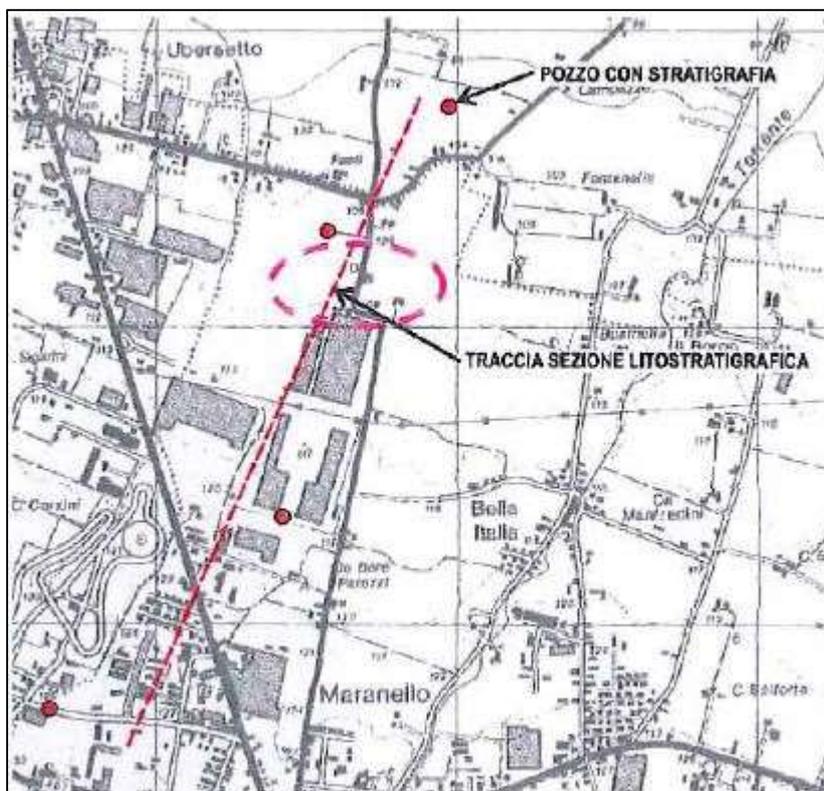


Figura 8 – Traccia di sezione di Figura 6. L'ellisse tratteggiata individua l'area d'indagine e il tratto di sezione interpretato. Fonte: relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009).

Ancor diversa è la situazione stratigrafica rappresentata dal sondaggio a carotaggio continuo identificato con la sigla "S2", effettuato in occasione dell'analisi di risposta sismica locale per gli ambiti del primo POC, nel 2008, dallo studio Viel & Sangiorgi (Figura 10 e Allegato 2).



Figura 9 – Sondaggi geognostici della banca dati regionale presenti all'interno ed in prossimità dell'area d'indagine, identificata col poligono rosso.

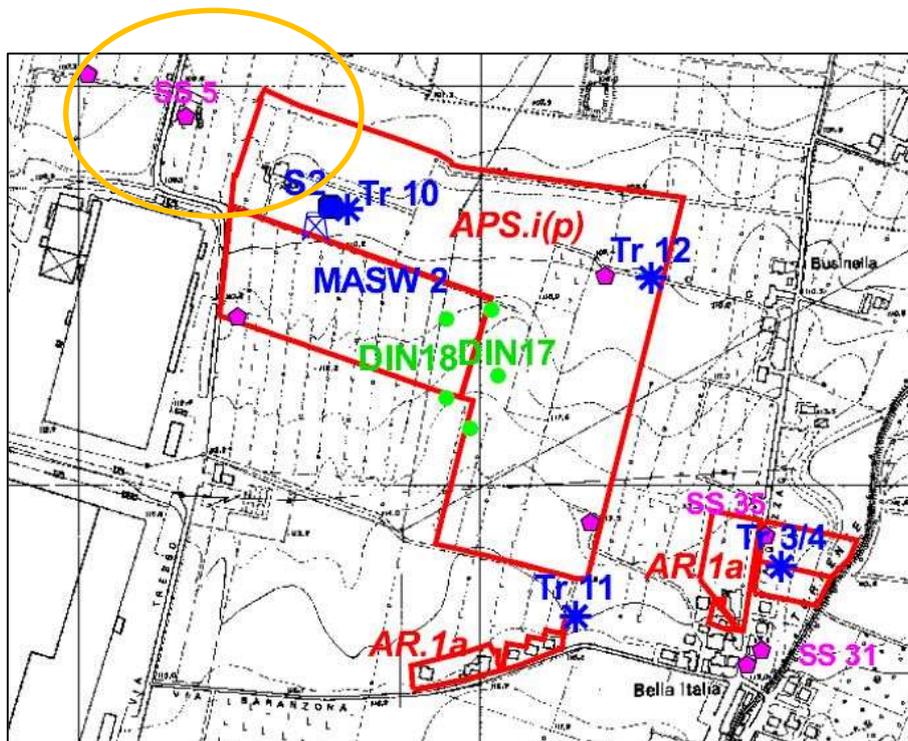


Figura 10 – Ubicazione dei sondaggi geognostici d'archivio, ed effettuati in occasione dell'analisi di risposta sismica locale per il primo POC dallo Studio Viel & Sangiorgi. L'area oggetto del presente studio è individuata (nella sua porzione sud-orientale) dall'ellisse arancione.

Il sondaggio “S2” identifica uno spessore pressoché continuo di ghiaie a partire da -0,5 m dal p.d.c. fino a -13 m (ghiaia fine con matrice sabbiosa passante a limosa fino a -5,5 m), e livelli ghiaiosi più grossolani, di spessore minore, fino a -17 m.

Questa notevole variabilità stratigrafica laterale può essere messa in relazione all’ambiente deposizionale olocenico dell’area, che ha determinato lo sviluppo delle conoidi alluvionali del Torrente Grizzaga di epoche pre-neolitica (6a) e neolitico-romana (4a). Come si vede, infatti, dallo stralcio della “Carta geologica del margine appenninico e dell’alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro”, in Figura 11, dal punto di vista geomorfologico l’area si trova proprio in un settore ove le due conoidi di epoche contigue del Torrente Grizzaga divengono pressoché coalescenti, creando una sorta di zona deposizionale di transizione, ove può essere giustificata una così variabile stratigrafia: in corrispondenza del margine orientale dell’area di studio, infatti, potrebbe essere presente il lobo più esterno della conoide neolitico-romana, con maggior persistenza verticale di ghiaie; subito ad ovest di questo potrebbe esservi una zona di deposizione fluviale distale (per entrambe le conoidi), ove prevalgono i sedimenti granulometricamente più fini rispetto a quelli più grossolani e dove la persistenza verticale delle ghiaie può essere anche molto minore.

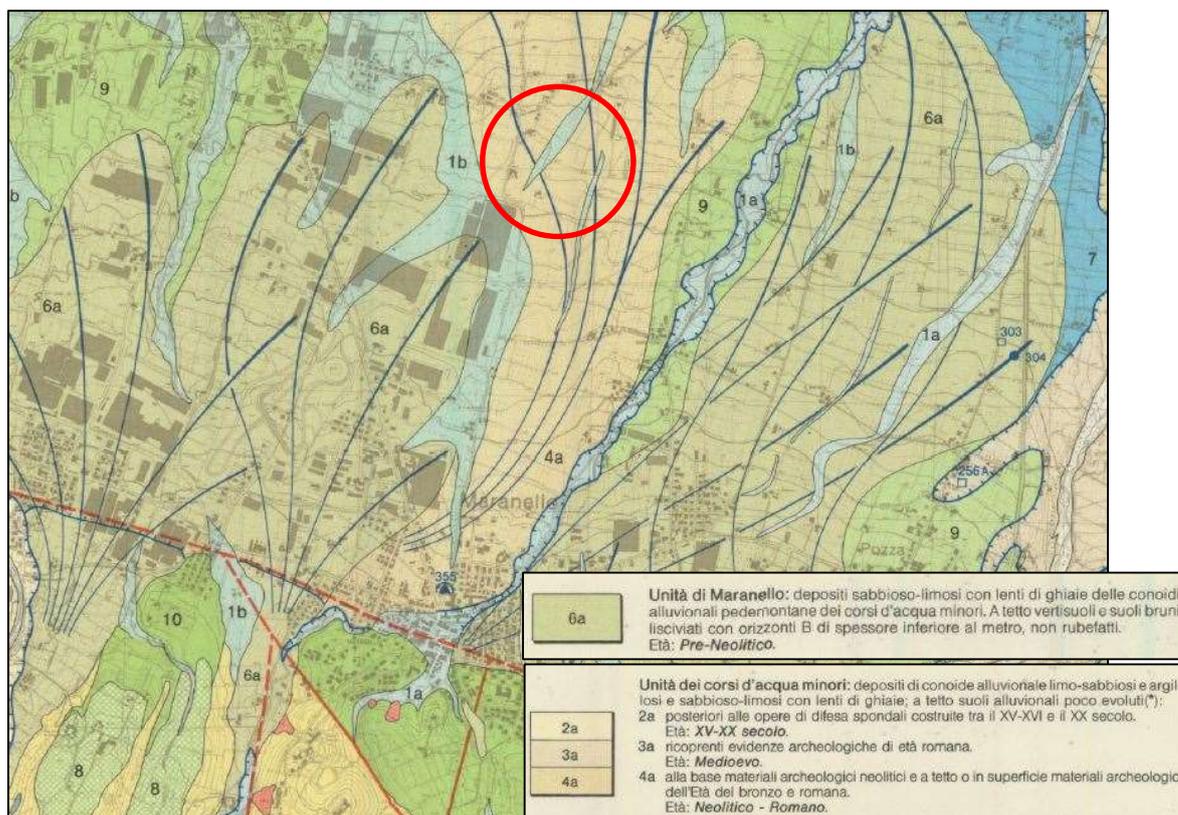


Figura 11 – Stralcio della “Carta geologica del margine appenninico e dell’alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro” (G. Gasperi, 1987)3. Il cerchio rosso individua l’area di studio.

³ Si vedano anche le relative note illustrative: Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M.P., Cardarelli A., Cattani M. & Labate D. (1989) - Evoluzione Plio-Quaternaria del margine appenninico modenese e dell’antistante pianura. Note illustrative alla Carta Geologica. Mem. Soc. Geol. It., 39.

Dal punto di vista idrogeologico, la conoide del Tiepido (nella quale, formalmente, sono inserite anche quelle minori del T. Taglio e del T. Grizzaga) è stata individuata come conoide alluvionale minore (Figura 12). Dalla carta della piezometria (Figura 12) risulta evidente il ruolo importante del fiume Secchia sull'alimentazione della falda acquifera da Sassuolo a Marzaglia, inducendo un flusso idrico sotterraneo con direzione prevalente verso nord-est. La variazione piezometrica evidenzia un abbassamento della falda nella conoide del Secchia e in parte della zona apicale della conoide del Tiepido (Figura 13). In apice di conoide del Secchia e nella restante area, si rileva un innalzamento della falda, più evidente nella zona a sud-ovest di Modena. Cospicui risultano infine i prelievi di acqua ad uso civile (Fava et al., 2005⁴).

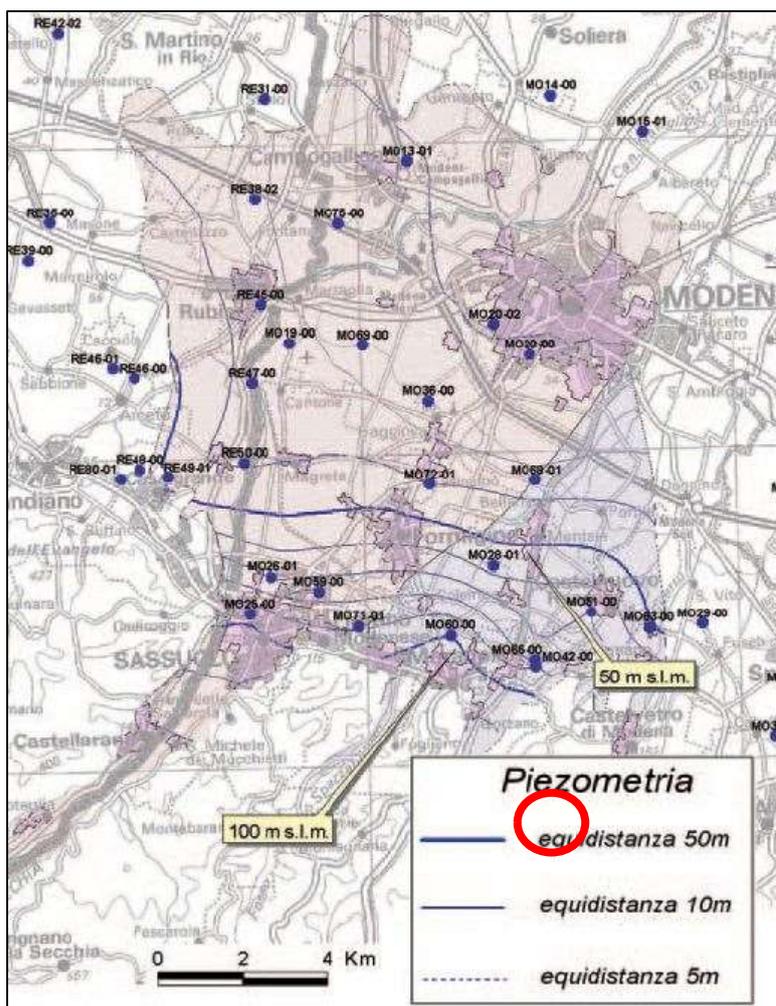


Figura 12 - Carta della piezometria delle conoidi alluvionali di Secchia e Tiepido. Da: Fava, A., Farina, M. e Marcaccio, M. (a cura di) (2005) – “Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna – Report 2003”. Regione Emilia-Romagna – Arpa. Il cerchio rosso individua l'area in esame.

⁴ Fava, A., Farina, M. e Marcaccio, M. (a cura di) (2005) – “Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna – Report 2003”. Regione Emilia-Romagna – Arpa.

Come si vede da Figura 13, l'area d'indagine è in corrispondenza di un'area che ha registrato variazioni piezometriche negative, dell'ordine di -2 - $-0,2$ m, nel periodo 1976-2002.

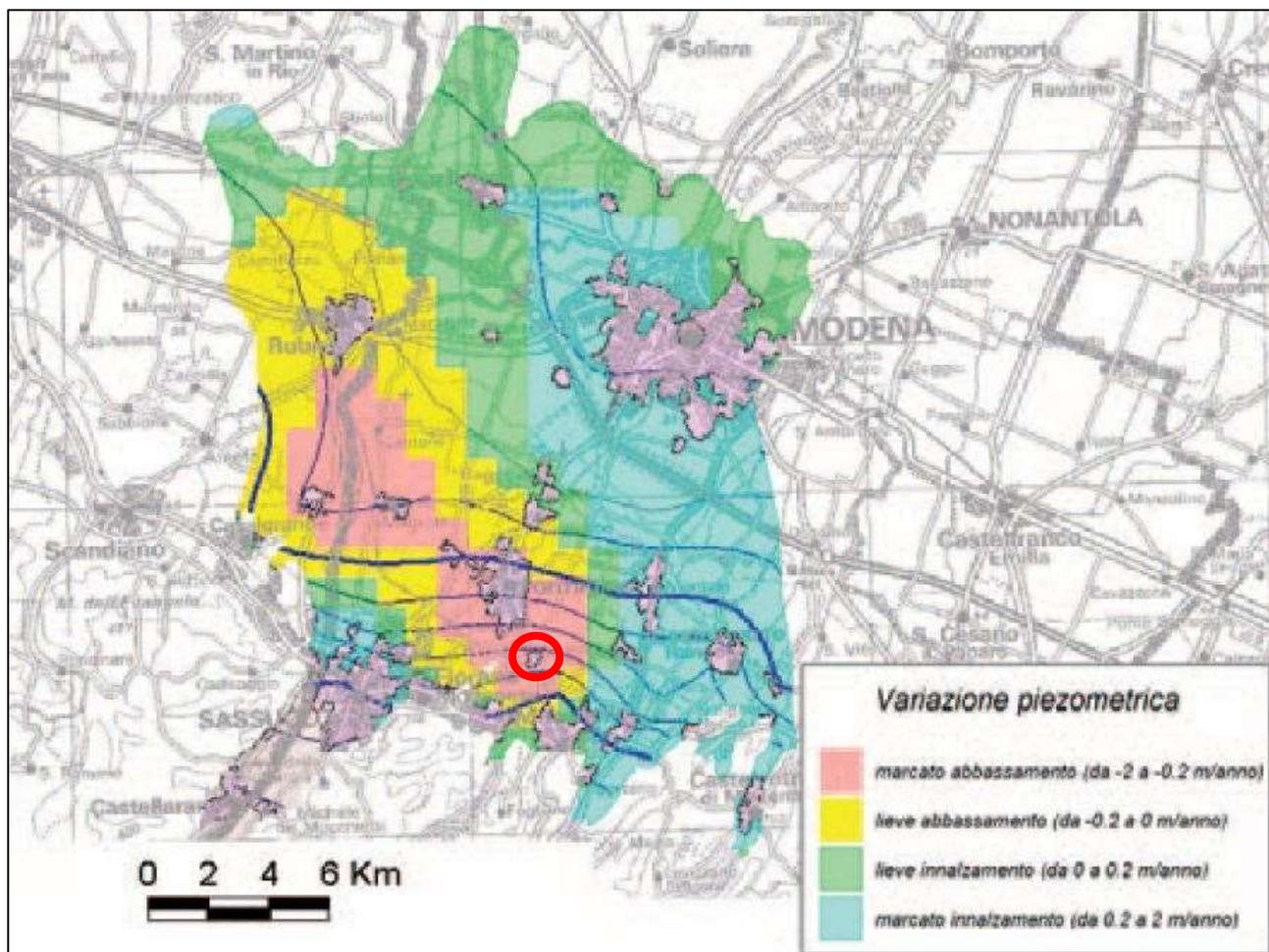


Figura 13 - Carta della variazione piezometrica - trend medio 1976-2002. Da: Fava, A., Farina, M. e Marcaccio, M. (a cura di) (2005) - "Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna - Report 2003". Regione Emilia-Romagna - Arpa. Il cerchio rosso individua l'area in esame.

Dall'esame di Figura 14, la zona studiata si trova in corrispondenza di un'area di conoide fluviale, in corrispondenza della quale le isopieze variano da un massimo di 90 m s.l.m., in prossimità del limite meridionale dell'area, ad un minimo di 80 m s.l.m., in corrispondenza del limite settentrionale dell'area stessa, rispettivamente pari a valori di soggiacenza di 19 e 28 m.

Dalla relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO, i dati piezometrici, derivati dal Report Arpa 2007 sulle acque superficiali e sotterranee della Provincia di Modena, mostrano, per l'area, un livello piezometrico di 90 m s.l.m., pari ad una soggiacenza di 20 m, in linea con quanto ricostruito dal QC (2006) del PSC.

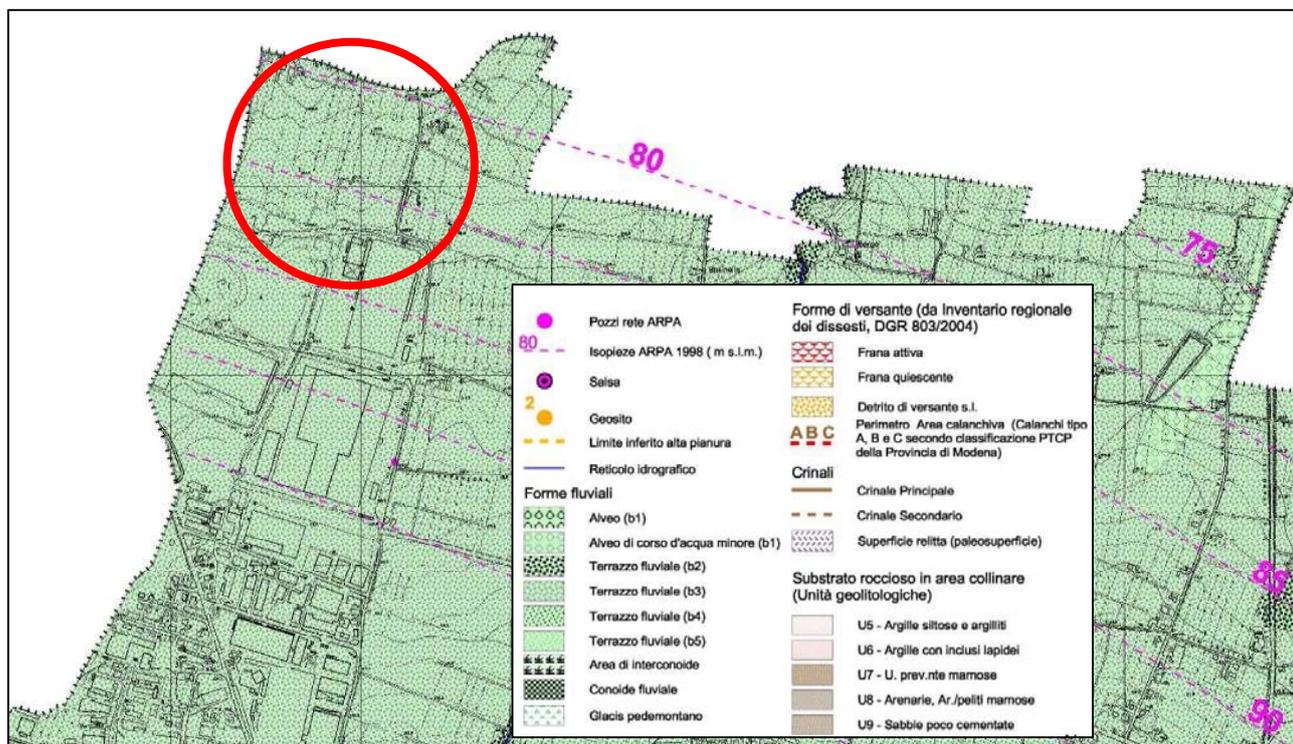


Figura 14 - Stralcio della Tav. 2 "Carta idrogeomorfologica" del QC preliminare (2006) del PSC di Maranello. Il cerchio rosso individua l'area d'intervento.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La Variante 2013 al PSC ha previsto la trasformazione di un ambito destinato a piattaforma logistica e di un ambito ad alta vocazione produttiva agricola in un unico ambito con prevalenza di attività industriali, al fine di estendere, verso nord, l'attuale ambito presente a sud dell'area in esame, in cui sono presenti stabilimenti del Gruppo Ceramiche Ricchetti S.p.A.

Come si può vedere da Figura 15, nel PSC pre-Variante 2013, la porzione meridionale dell'area era destinata a dotazioni territoriali (MOB – L.R. 20 art. A-5 comma 5; art. 73 NTA PSC), mentre quella settentrionale faceva parte del territorio rurale, ad alta vocazione produttiva agricola (art. 63 NTA PSC).

La Variante 2013 (Figura 16) ha sostituito ad entrambi gli ambiti un unico ambito APS.i – ambito specializzato per attività produttive di rilievo sovracomunale, a prevalenza di attività industriali – lasciando una piccola fascia verde lungo il confine con via Viazza ed a margine dell'edificio presente all'angolo nord-orientale.

La Variante oggetto del presente studio è relativa alla possibilità di attuare l'intera Capacità edificatoria ammessa, nelle more degli adempimenti del Gruppo Ricchetti sull'area di Gorzano in merito alla procedura di bonifica, per la quale sarà sottoscritto un nuovo Accordo.

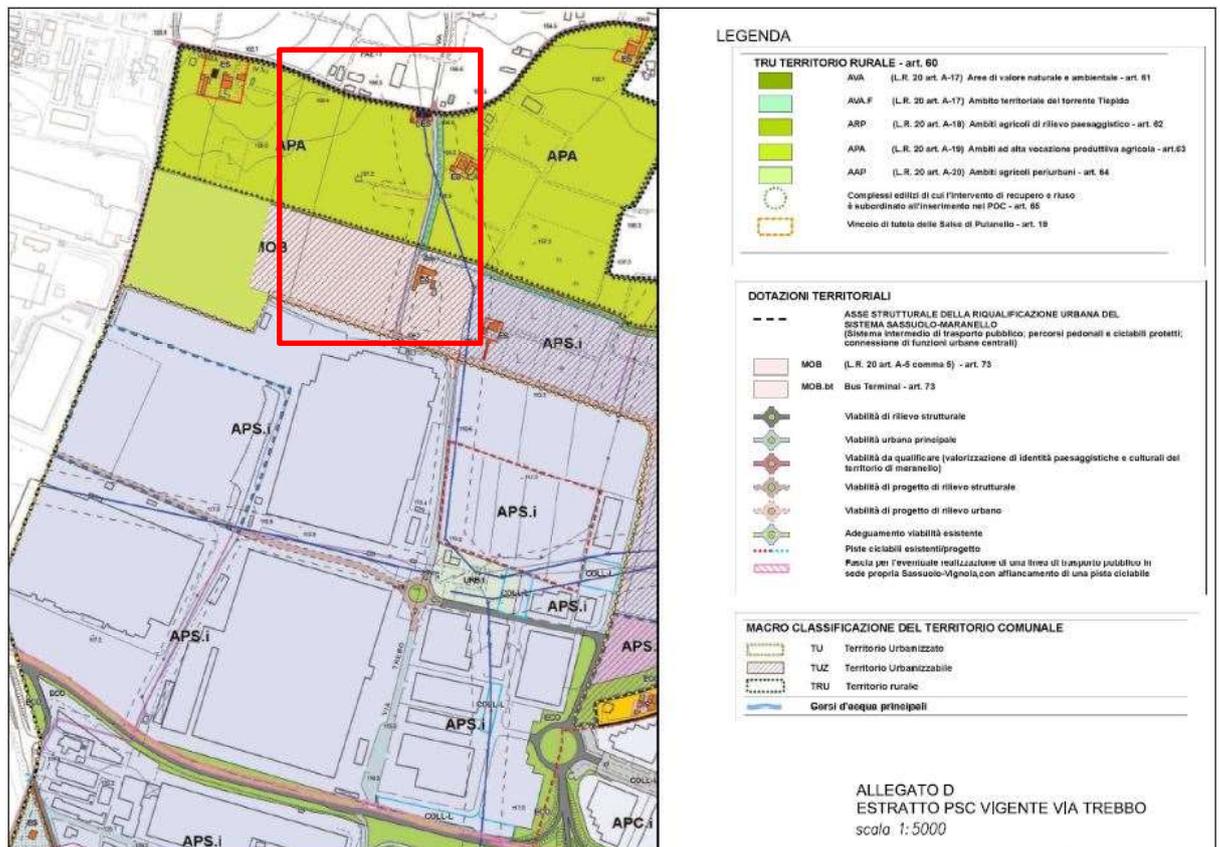


Figura 15 – PSC pre-Variante 2013. In rettangolo rosso l'area oggetto di Variante.

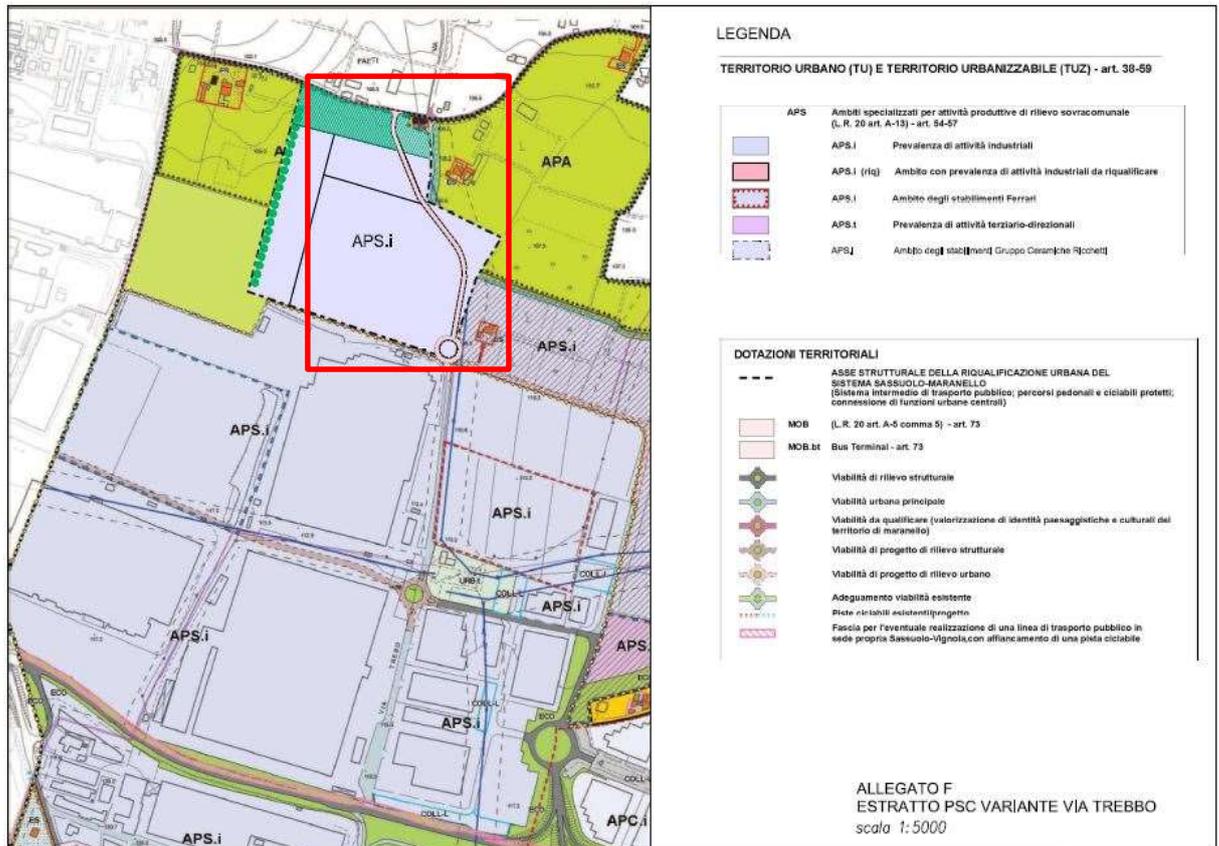


Figura 16 – Variante PSC 2013. In rettangolo rosso l'area oggetto di Variante.

L'area ove si colloca l'intervento proposto è identificata nel POC Piano Operativo Comunale nella Tav. "Sintesi di inquadramento cartografico degli interventi inseriti nel POC" tra gli "Ambiti di nuovo inserimento" con il n. 17 (Figura 17) che rimanda all'omonima Scheda grafica.

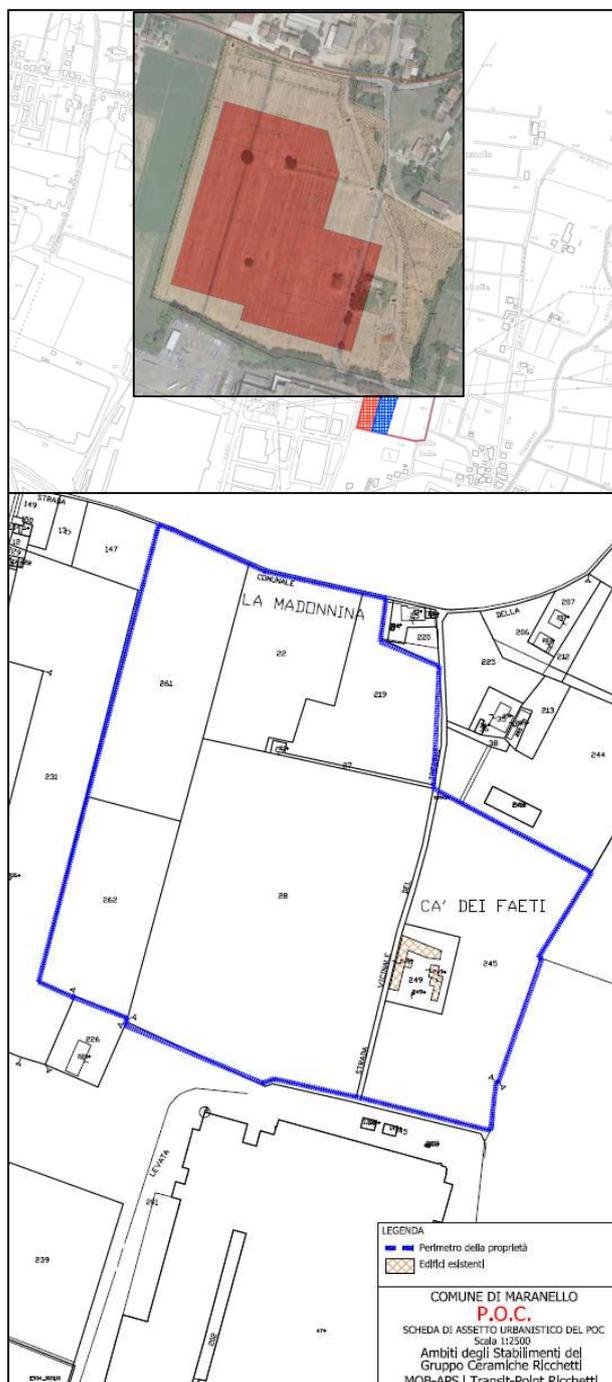


Figura 17 – Schede grafiche relative agli ambiti e ai sub-ambiti inseriti nel POC del Comune di Maranello – Approvazione del C.C. n.33 del 27/07/2016, Variante 2018 – approvazione del C.C. n.51 del 31/07/2018. Ambito di nuovo inserimento nr. 17 (sinistra), oggetto del presente studio, e relativa scheda grafica. Nel riquadro fotografico in alto a sinistra, sovrapposizione tra il progetto di trasformazione dell'area e la fotografia aerea dell'area allo stati di fatto: il poligono rosso è l'impronta del nuovo stabilimento produttivo.

Si determinerà una locale riorganizzazione topografica conseguente alla necessità di creare una superficie sub-orizzontale adeguata ad ospitare il nuovo stabilimento produttivo: in sostanza un abbassamento delle quote nel settore sud-orientale dell'area ed un innalzamento delle stesse nel settore centro-occidentale. Questo potrebbe determinare una sensibile differenza di portanza della superficie di fondazione, che si dovrà tenere in considerazione in fase esecutiva: ad esempio andando a consolidare il terreno di riporto fino a raggiungere valori di portanza simili a quelli naturali del settore sud-orientale. Questo al fine di evitare eventuali cedimenti differenziali.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE E MODELLI GEOLOGICO-GEOTECNICO E SISMO-STRATIGRAFICO

4.1. DATI STRATIGRAFICI E GEOTECNICI D'ARCHIVIO

Già la relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009) individuava, per l'area in esame, la presenza, in superficie, di terreni a tessitura prevalentemente franca limosa, con un aumento di ciottoli ghiaiosi nel terreno d'aratura, procedendo verso il settore orientale. Quest'ultima osservazione porta ad ipotizzare la presenza di ghiaie già sub-superficiali, come peraltro intuibile sia dall'esame delle carte litologiche e geomorfologiche disponibili in letteratura, sia dalle sezioni geologiche presentate in questo stesso studio, ma la cui distribuzione areale potrebbe comunque mostrare una spiccata variabilità, determinata dalla peculiare posizione dell'area nel contesto geomorfologico locale (Figura 11).

Nell'analisi di risposta sismica locale per gli ambiti POC (2008), a cura dello studio Viel & Sangiorgi, il sondaggio "S2" effettuato pochi metri ad est dell'area in esame (Figura 10 e Allegato 2) mostra come la ghiaia (ghiaia fine con matrice sabbiosa passante a limosa) sia presente già da -0,5 m dal p.d.c. ed ha uno spessore di circa 5 m.

E' quindi possibile stimare, per l'area in esame, uno spessore superficiale di 0,5 m costituito da limi ad alta consistenza per effetto della sovraconsolidazione dovuta ai diversi cicli di essiccamento/imbibizione, seguito da ghiaie a matrice sabbiosa caratterizzati da alti valori di resistenza geomeccanica, peraltro non interessati da falda acquifera almeno fino a - 20 m dal p.d.c.

4.2. CAMPAGNA GEOGNOSTICA ESEGUITA PER QUESTO STUDIO

I dati geognostici d'archivio sono stati integrati da una campagna di indagini penetrometriche condotta all'interno dell'impronta del nuovo stabilimento in progetto (Figura 17) per questo studio. La campagna ha visto l'esecuzione di 10 prove penetrometriche statiche a punta meccanica (CPTm) la cui ubicazione è visibile in Figura 18, mentre i diagrammi penetrometrici, unitamente ai tabulati di campagna, sono riportati in Allegato 3.

Le prove hanno raggiunto profondità di rifiuto molto diverse, variabili da un minimo di 2,8 m ad un massimo di 10,8 m dal piano di campagna (Figura 19); sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico Pagani 100kN, con le seguenti caratteristiche tecniche:

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



Figura 18 – Ubicazione dei 10 sondaggi penetrometrici statici eseguiti per questo studio. Il poligono con campitura rossa rappresenta l'impronta del futuro stabilimento produttivo.

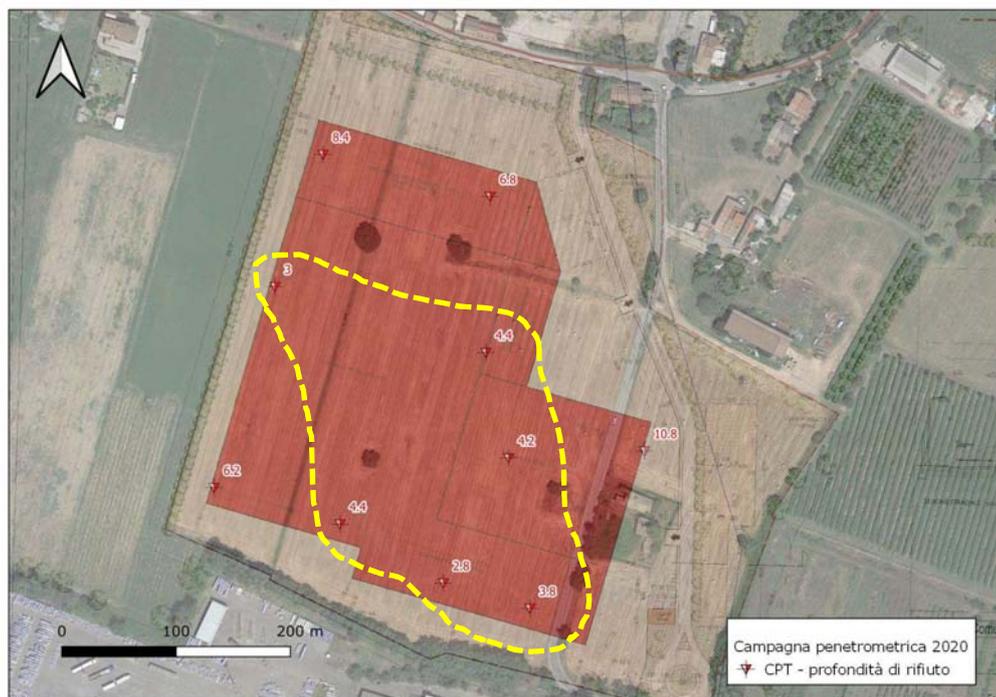


Figura 19 – Profondità di rifiuto raggiunta in corrispondenza dei 10 sondaggi penetrometrici statici eseguiti per questo studio. Il poligono con campitura rossa rappresenta l'impronta del futuro stabilimento produttivo. Il poligono tratteggiato giallo indica l'area in cui la profondità del tetto del primo importante livello ghiaioso è minore rispetto all'intera area di studio.

La discretizzazione geotecnica proposta sulla base dei risultati delle prove penetrometriche eseguite per questo studio, adottando la classificazione litologica di Schmertmann (1978)⁵ evidenzia, in linea generale, la presenza di terreni fini (argille e argille limo-sabbiose), seguiti da sabbie che precedono il primo strato ghiaioso; a luoghi, sottili livelli sabbiosi possono intercalarsi alle argille e altrettanto sottili livelli ghiaiosi, fini, sono presenti a livelli più superficiali rispetto al tetto del primo livello ghiaioso importante, che ha determinato il rifiuto nell'avanzamento della punta penetrometrica. Non risulta comunque facile trovare un'omogeneità litostratigrafica per l'area, come prevedibile dall'analisi dei dati d'archivio presentati nei precedenti capitoli. In ogni caso, si è tentata una suddivisione in ambiti litostratigrafici il più possibile omogenei al loro interno ed il risultato è visibile nella seguente Figura 20.

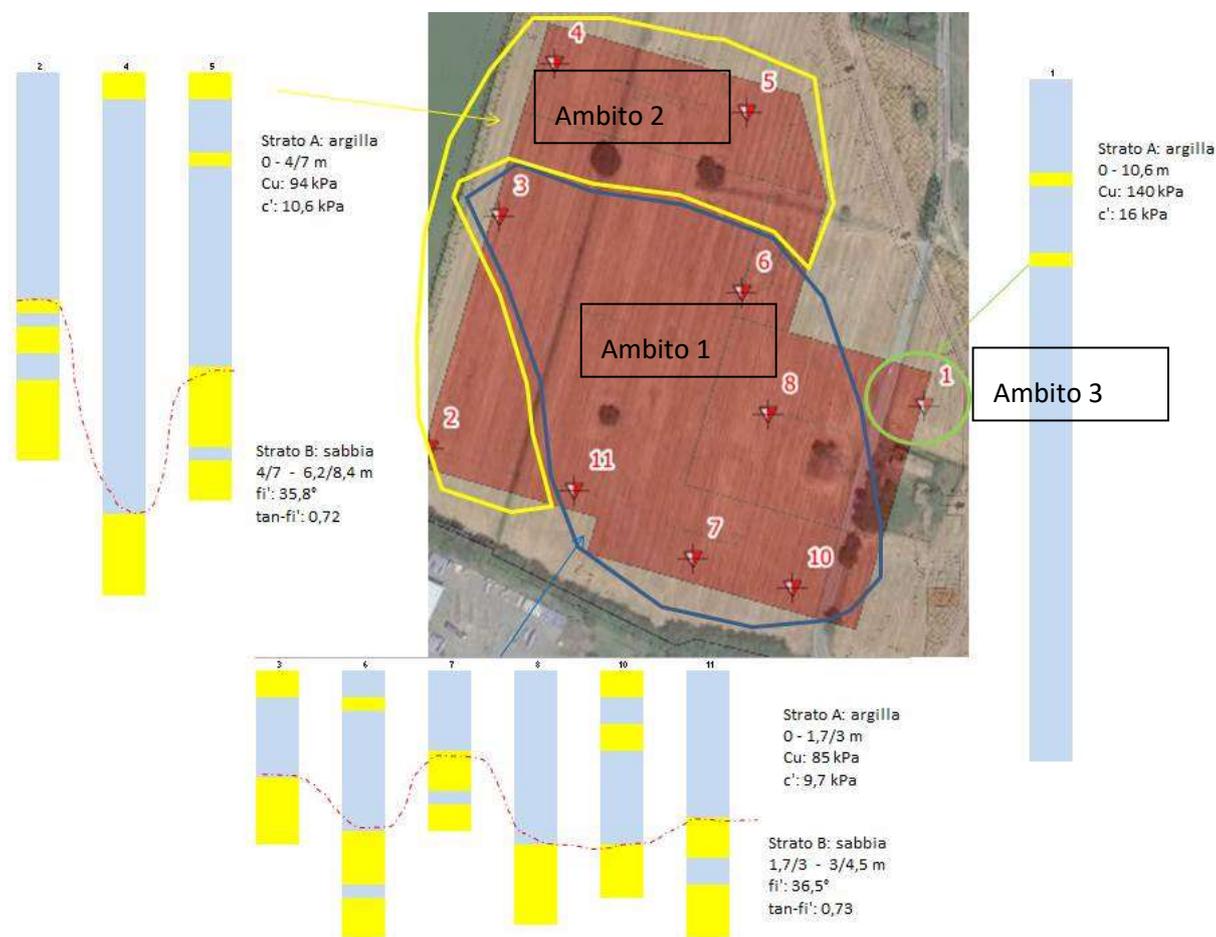


Figura 20 – Schematizzazione degli ambiti litostratigrafici in cui è possibile suddividere l'area di studio. I numeri ad apice delle colonne stratigrafiche corrispondono a quelli in carta; col colore azzurro sono rappresentati i terreni fini (argille, argille limose, argille sabbiose); col colore giallo sono rappresentati i livelli sabbiosi e con miscele sabbiose (sabbie limose, limi sabbiosi). I valori dei principali parametri geotecnici associati agli strati individuati sono quelli **caratteristici**.

⁵ Schmertmann, J.H., 1978. Guidelines for Cone Penetration Test (Performance and Design). Washington D.C., 145 p.

Come si vede da Figura 20, la maggior parte dell'area (Ambito 1: poligono blu di Figura 20) è caratterizzata da uno strato superficiale a prevalente componente argillosa, seguito alla base da uno spessore sabbioso fino al contatto con il tetto delle ghiaie. Dal punto di vista geotecnico, lo strato argilloso possiede valori caratteristici di coesione discreti, mentre lo strato sabbioso possiede angolo d'attrito interno di picco piuttosto alto: i valori di densità relativa, visibili nelle tabelle dell'Allegato 3, sono indicativi di un alto grado di addensamento, che aumenta con la prossimità al tetto delle ghiaie.

L'Ambito 2 (poligono giallo di Figura 20) occupa i lati settentrionale ed occidentale dell'area. La differenza rispetto all'Ambito 1 è nel maggior spessore del primo livello argilloso, che qui raggiunge profondità variabili tra 4 e 7 m. Dal punto di vista geotecnico, i valori non si discostano di molto dall'Ambito 1: lo strato argilloso possiede valori caratteristici di coesione ancora discreti, mentre lo strato sabbioso possiede angolo d'attrito interno di picco piuttosto alto: anche in questo caso, i valori di densità relativa, visibili nelle tabelle dell'Allegato 3, sono indicativi di un alto grado di addensamento, che aumenta con la prossimità al tetto delle ghiaie.

Completamente differente dai precedenti ambiti è la situazione descritta dal sondaggio penetrometrico dell'Ambito 3. Qui è presente solo argilla fino alla profondità di 10,6 m. La consistenza dell'argilla risulta superiore rispetto a quella dei livelli argillosi presenti negli altri ambiti, con coesione non drenata caratteristica che raggiunge 140 kPa.

Per il dettaglio su tutti i parametri geotecnici calcolati dalle indagini penetrometriche si rimanda all'Allegato 3.

4.3. INDAGINI SISMICHE D'ARCHIVIO

Per la caratterizzazione sismica dell'area di Variante sono stati utilizzati i dati della campagna geognostica eseguita da ISO-STUDIO per la succitata relazione ambientale del 2008, derivati da due stendimenti a sismica attiva con metodo MASW, realizzati nel terreno "naturale" lungo il limite settentrionale dell'area di studio (Figura 21).

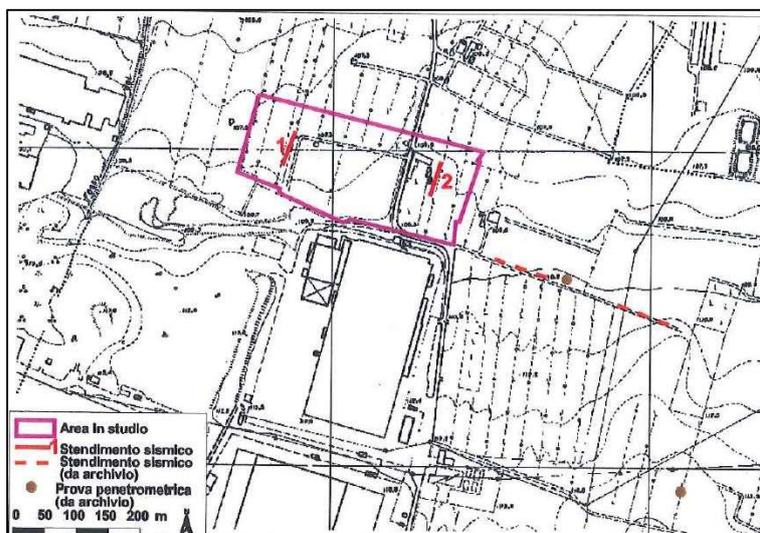


Figura 21 – Ubicazione stendimenti sismici. Fonte: Relazione Ambientale a cura di ISO-STUDIO (2008).

Le indagini sono state utilizzate con l'obiettivo di determinare la sismostratigrafia dell'area, al fine di eseguire un'analisi di microzonazione sismica come previsto dalla DGR della Regione Emilia Romagna n. 630/2019, sulla base del calcolo della velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (V_{s30}).

I diagrammi relativi alle due indagini sismiche sono riportati in Allegato 4, mentre di seguito si riportano le tabelle con i rispettivi valori numerici.

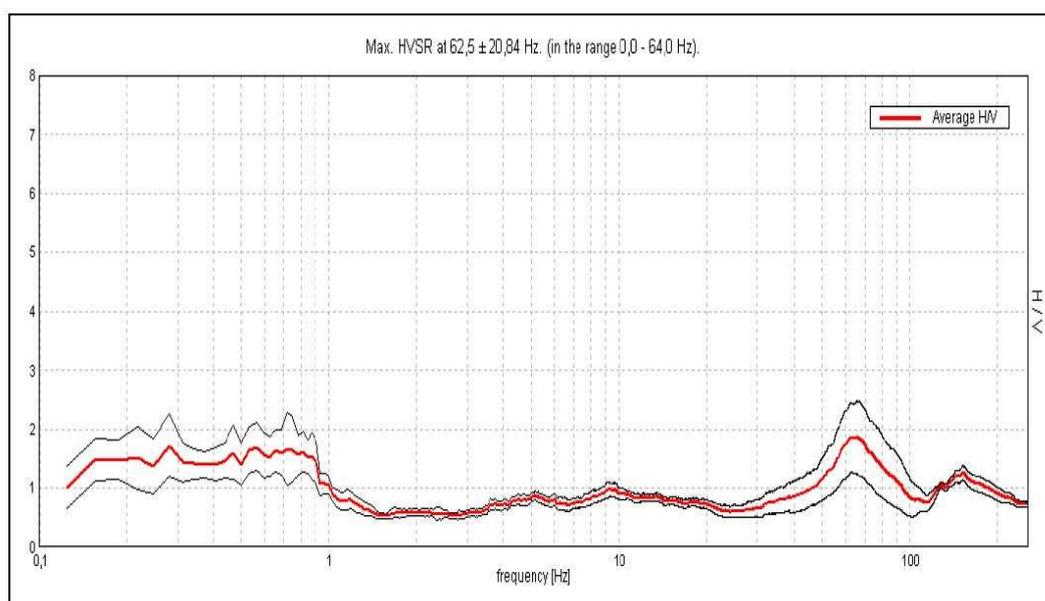
MASW1			
Strato	Base strato	Spessore strato	Vs (strato)
n.	m	m	m/s
1	3,57	3,57	223,87
2	10,14	6,57	280,79
3	14,28	4,14	274,05
4	19,85	5,57	274,78
5	>30	>10,15	749,79

MASW2			
Strato	Base strato	Spessore strato	Vs (strato)
n.	m	m	m/s
1	2,56	2,56	235,06
2	5,25	2,68	208,49
3	10,19	4,95	298,05
4	18,09	7,9	304,78
5	>30	>11,91	755,42

Tabella 1 – Tabelle riassuntive dei dati sismostratigrafici e di Vs derivati dai due stendimenti sismici ubicati in Figura 21.

Gli stendimenti hanno dato risultati molto simili: fino a 18-20 m di profondità è presente una successione di strati caratterizzata da bassi valori di V_s , compresi tra 200 e 300 m/s. A maggiore profondità si ha un incremento molto repentino dei valori di V_s , prossimi a 750 m/s. L'orizzonte in corrispondenza del quale si registra tale importante variazione di velocità potrebbe corrispondere all'orizzonte ghiaioso indicato tra 19 e 22 m dal p.d.c. nella sezione di Figura 6, anche se dall'analisi della stessa sezione sembra trattarsi di un orizzonte alquanto limitato, come spessore, all'interno dell'intera verticale indagata.

Un ulteriore riferimento per la sismostratigrafia, anche se dell'area adiacente ad est, si può trovare nelle indagini sismiche allegate alla relazione di analisi di risposta sismica locale per gli ambiti POC (2008), a cura dello studio Viel & Sangiorgi. In prossimità del sondaggio "S2" sono stati eseguiti una verticale HVSR (Tr10) ed uno stendimento MASW (2) (Figura 10). L'HVSR non ha restituito un picco evidente del rapporto H/V, se non ad altissime frequenze (circa 60 Hz) (Figura 22); il profilo di V_s , invece, ricavato dalla MASW2 è raffigurato in Figura 23.



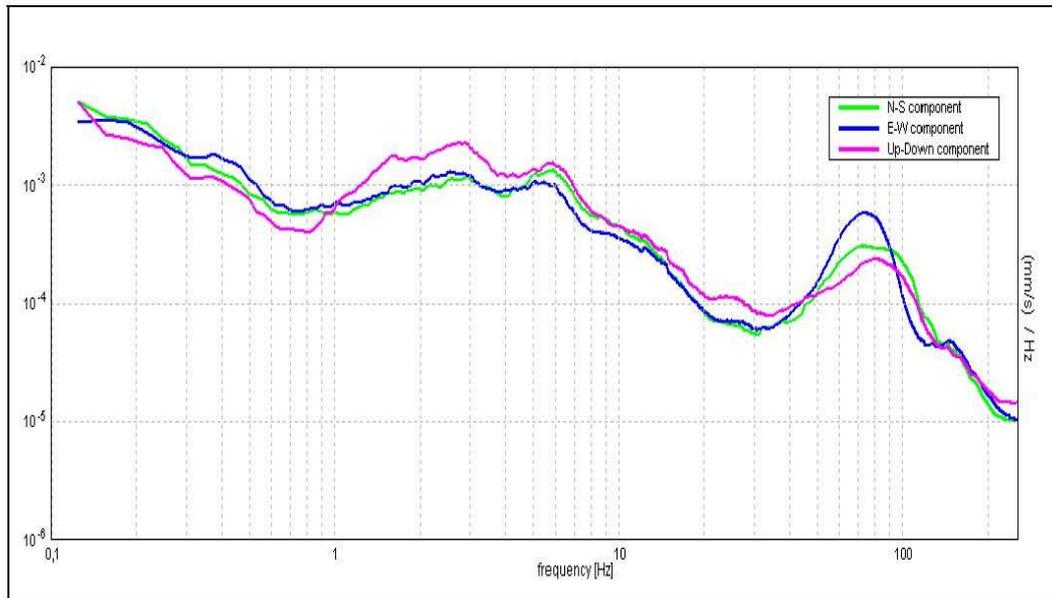


Figura 22 – Risultato dell'analisi a sismica passiva HVSR (Tr2 di Figura 10). Fonte: Studio Viel & Sangiorgi (2008).

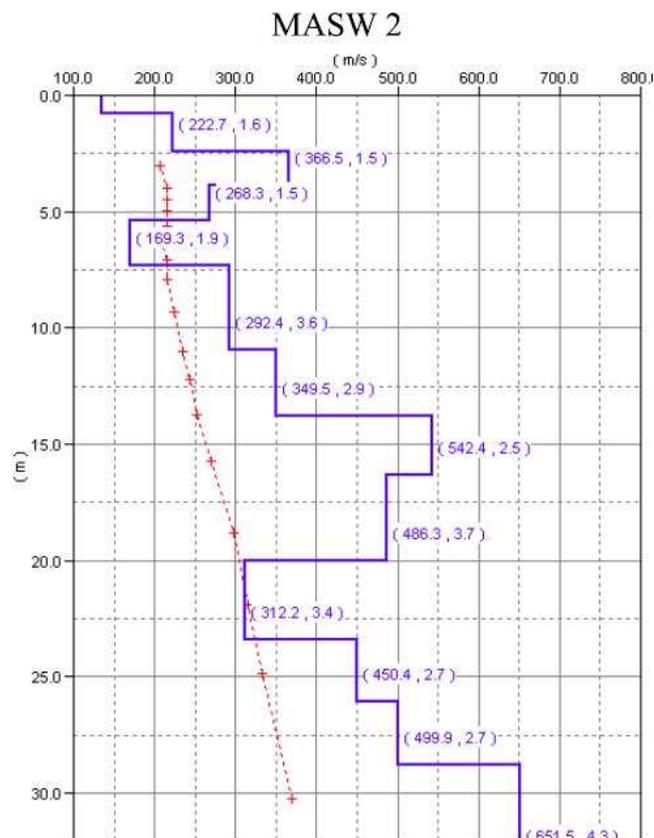


Figura 23 – Profilo di V_s calcolato in corrispondenza della MASW2 di Figura 10. Fonte: Studio Viel & Sangiorgi (2008).

La MASW2 è supportata dal sondaggio “S2” e dalle numerose prove di repertorio limitrofe (tra cui SS5, DIN17, DIN18). La V_{s30} è risultata pari a **347 m/s**, inserendo il suolo di fondazione in classe “C”⁶, sia pure in prossimità del limite superiore. Il risultato viene messo in relazione dagli autori alla presenza delle alluvioni oloceniche, caratterizzate da un minore grado di addensamento rispetto ai sedimenti pleistocenici, già sottoposti anche a sia pur deboli vicissitudini tettoniche (Viel & Sangiorgi, 2008).

Rispetto ai risultati di profilo delle Vs contenuti nella relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009), benché realizzate all’interno dell’area in studio, lo scrivente ritiene maggiormente plausibili i risultati restituiti dal profilo di Vs della MASW2, eseguita dallo studio Viel & Sangiorgi. I primi, infatti, mostrano valori di Vs (750 m/s) che sono già prossimi a quelli del bedrock sismico (circa 800 m/s) ad una profondità di poco meno di 20 m dal p.d.c., dato che risulta quantomeno inverosimile per l’area in esame e che sembra essere smentito dalla HVSR (Tr10) e dalle varie tomografie eseguite nella pianura di Maranello. La raccolta, infatti, di stratigrafie di repertorio (citando Viel & Sangiorgi, 2008) confermano in tutta la pianura di Maranello la costante presenza di alluvioni con prevalenza della componente granulare grossolana. Il contrasto d’impedenza coincidente circa con la frequenza di 1 Hz, punto in cui tutte le tracce mostrano la componente verticale del moto (Figura 22) sottostare le componenti sul piano (E-W e N-S), è segno di un incremento di velocità che potrebbe

essere assunto come pseudo-bedrock, che in tal caso avrebbe profondità di poco inferiori a 100 m e collocherebbe l’area in esame all’interno dell’ambito “MARGINE DI TIPO A” della DGR RER 630/2019.

4.4. DEFINIZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DGR RER 630/2019)

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche di bibliografia, realizzate con tecniche MASW e HVSR, e sulla scorta dello studio di microzonazione sismica di II livello del territorio comunale di Maranello, è stato possibile classificare l’area d’indagine all’interno dell’Ambito “**Margine**” dell’Allegato A2 della DGR RER 630/2019:

settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura, o la costa, caratterizzato da terreni alluvionali prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente comprese tra 50 e 100 m.

A sua volta, il tipo di margine per l’area in esame è **A**:

⁶ Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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.

caratterizzato da terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di V_s media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti).

Pertanto, i fattori di amplificazione sismica risultano pari a:

F.A. P.G.A.: 1,9

F.A. SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$): 1,9

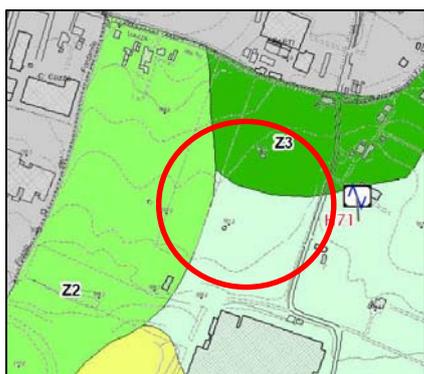
F.A. SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$): 2,5

F.A. SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$): 2,5

F.A. SI1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$): 2,0

F.A. SI2 ($0,5s \leq T \leq 1,0s$): 2,6

La carta QC.B MS “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” della Variante 2017 al PSC assegna l’area in esame alle microzone Z1 (principalmente), Z3 e Z2 (Figura 24).



Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

Z1	Zona 1 Depositi alluvionali in alternanze di strati ghiaioso sabbiosi a granulometria da poco a ben assortita e limosi - limoso argillosi, con prevalente percentuale delle componenti fini: 60÷65%; $V_s = 300/500$ m/sec per le ghiaie, $V_s = 450/550$ m/sec per i limi - limi argillosi sabbiosi.
Z2	Zona 2 Depositi alluvionali in alternanze di strati ghiaioso sabbiosi a granulometria da ben assortita a poco assortita e limosi - limoso argillosi, con prevalenza delle componenti più grossolane: 55÷60% nelle zone a sud della s5 n.569 di Vignola e delle componenti più fini: 60/65% a settentrione di detta s5; $V_s=400/600$ m/sec per le ghiaie sabbiose, $V_s=400/550$ m/sec per i limi - limi sabbiosi.
Z3	Zona 3 Depositi alluvionali in alternanze di strati ghiaioso sabbiosi con granulometria da ben assortita a poco assortita e limosi - limoso argillosi con prevalenza delle intercalazioni a componenti fini: 60÷70%; $V_s=500/550$ m/sec per le ghiaie sabbiose, $V_s = 500/600$ m/sec per i limi - limi argillosi.

Figura 24 – Stralcio della carta QC.B MS “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” della Variante 2017 al PSC. Il cerchio rosso identifica l’area di studio.

La litostratigrafia della microzona Z1 risulta molto simile a quella ricavata dalle indagini d’archivio e da quelle eseguite appositamente per questo studio, con valori di V_s che, nei primi 10 m caratterizzati dai sedimenti argillosi e sabbiosi è prossima a **247 m/s** ed aumenta nei livelli più profondi a **436 m/s**, in linea con la descrizione che lo studio di microzonazione fa della microzona Z1 stessa (Figura 25).

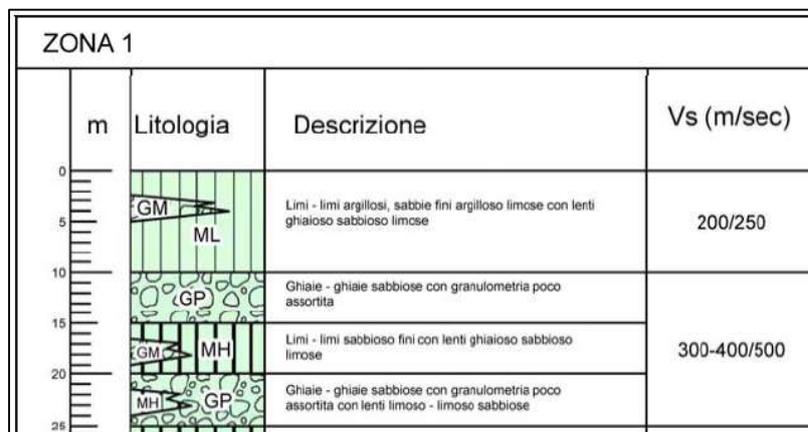
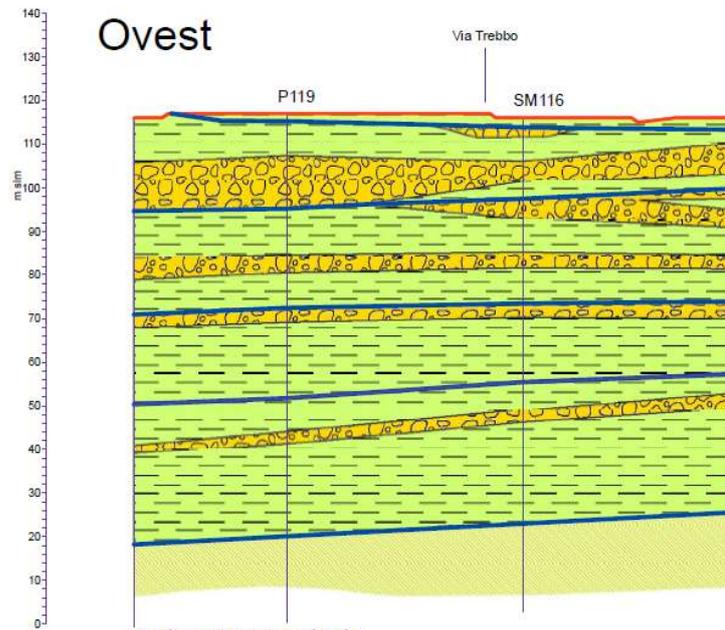
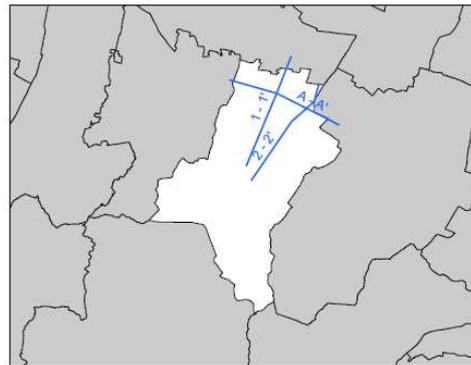


Figura 25 – MZS di II livello del Comune di Maranello - ZONA 1 (2001) – Depositi alluvionali in alternanze di strati ghiaioso sabbiosi a granulometria da poco a ben assortita e limosi – limoso argillosi, con prevalente percentuale delle componenti fini: 60÷65%, Vs = 300/500 m/sec per le ghiaie, Vs = 450/550 m/sec per i limi – limi argillosi sabbiosi.

La sezione geologica A-A' dello studio di microzonazione sismica di II livello del Comune di Maranello (Figura 26), prossima all'area di studio, mostra una sequenza di alternanze tra terreni fini (limi, limi argillosi, sabbie fini argilloso limose) e terreni grossolani (ghiaie, ghiaie sabbioso limose) da piano campagna fino a circa 95 m di profondità dove si ha il contatto con la Formazione delle Sabbie Gialle. Questa situazione litostratigrafica, unitamente al profilo di Vs individuato, sembra ben conformarsi alle caratteristiche di ambito "Margine di tipo A" sensu DGR 630/2019, confermando le ipotesi di cui sopra.



Inquadramento sezioni geologiche



1-1' Traccia della sezione geologica 1-1' (Scala distanza 1:10.000 - Scala altezza 1:1.000)

Litologia

-  Limi, Limi Argillosi, Sabbie fini argilloso limose
-  Ghiaie, Ghiaie sabbioso limose
-  FSG Formazione delle Sabbie Gialle
-  FAA Formazione della Argille Azzurre

Altri elementi

-  Faglia sepolta
-  Cicli deposizionali

SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLE UNITÀ QUATERNARIE AFFIORANTI E SEPOLTE

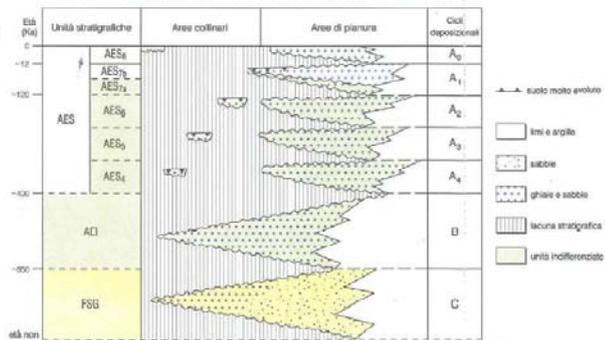


Figura 26 – Stralcio della carta QC.B MS “carta delle sezioni geologiche” della Variante 2017 al PSC. Il cerchio rosso identifica l’area di studio.

5. AZIONE SISMICA IN BASE ALLE NTC18

In questo capitolo verranno definite l'azione sismica di base e di progetto in base a quanto previsto dall'approccio semplificato delle NTC18.

5.1. AZIONE SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base è quella componente di pericolosità dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area. Essa fornisce, in termini probabilistici, per una certa regione e per un determinato periodo di tempo, i valori, corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza, dei parametri che descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto. Si riferisce a condizioni ideali di suolo roccioso affiorante e privo di irregolarità morfologiche e fornisce le caratteristiche del terremoto di riferimento atteso al sito.

Tali caratteristiche sono definite⁷ quando sono noti l'accelerazione di picco orizzontale ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, entrambi riferiti a condizioni di suolo rigido e superficie topografica orizzontale.

La possibilità di descrivere l'azione sismica in forma di accelerogrammi è ammessa solo a condizione che essi siano compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico.

La pericolosità sismica di base è definita secondo una procedura basata sui risultati dello studio dell'INGV, disponibili sul sito web⁸ nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica". In tali mappe, la pericolosità si sgancia dalle divisioni amministrative e viene distribuita sui 10751 nodi, a distanza reciproca non superiore a 10 km, di un reticolo geografico regolare. Ogni nodo è caratterizzato da specifiche curve di pericolosità che definiscono la frequenza media annua di occorrenza di una serie di terremoti caratterizzati da diversi livelli di severità, espressa, ad esempio, in termini di a_g .

Anche la definizione di spettro elastico (attraverso 3 parametri di controllo) varia da punto a punto del reticolo e in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica.

Dal punto di vista temporale, la pericolosità non è più definita con riferimento ad un singolo valore del *periodo di ritorno*, $T_R = 475$ anni⁹, ma in corrispondenza di 9 valori, ovvero $T_R = 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975$ e 2475 anni. Questo coerentemente con un *approccio prestazionale alla progettazione*, basato sull'assunzione che, a fronte di un'azione sismica di intensità variabile e pertanto caratterizzata da un periodo di ritorno variabile, si richiedano alle strutture livelli di prestazione diversi.

I 3 parametri che definiscono la pericolosità sismica di base, in condizioni ideali di sito di riferimento, sono a_g , F_0 e T^*_c , rispettivamente definiti come: *accelerazione orizzontale*

⁷ Per una prefissata P_{VR} .

⁸ <http://esse1.mi.ingv.it/>

⁹ Considerato internazionalmente come il livello di pericolosità di riferimento per la progettazione di edifici ordinari allo stato limite ultimo.

massima del terreno, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Essi sono necessari per la definizione dello spettro di risposta elastico rispetto ad uno specifico periodo di ritorno. Per ogni nodo del reticolo INGV sono forniti i grafici relativi alle curve di pericolosità e gli spettri di risposta a pericolosità uniforme (isoprobabili), corrispondenti alle diverse probabilità di eccedenza in 50 anni.

Si fa notare che, qualora il periodo di ritorno calcolato nell'approccio prestazionale fosse inferiore al valore minimo nello studio di pericolosità sismica dell'INGV (30 anni) o superiore al valore massimo considerato (2475 anni), si porrà pari a 30 anni nel primo caso e pari a 2475 anni nel secondo caso.

5.2. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER L'AREA DI STUDIO

I parametri di pericolosità sismica possono essere automaticamente ricavati, dal software "Azioni sismiche – Spettri di risposta" scaricabile dal sito web¹⁰ del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che effettua le operazioni di interpolazione sia geografica, sia temporale richieste per la valutazione dell'azione sismica. Come risultato, il software restituisce i 9 spettri di risposta elastici delle NTC18 (su roccia) e i 9 spettri a pericolosità uniforme dai quali sono stati derivati, per il sito in questione¹¹ e per i 9 periodi di ritorno considerati. Si riportano, di seguito, i valori dei parametri di riferimento che definiscono gli spettri di risposta elastici caratteristici del sito in esame per i 9 periodi di ritorno di riferimento (Tabella 2).

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.052	2.484	0.254
50	0.065	2.495	0.266
72	0.075	2.476	0.272
101	0.087	2.468	0.277
140	0.101	2.438	0.278
201	0.118	2.409	0.281
475	0.164	2.368	0.292
975	0.206	2.384	0.308
2475	0.268	2.453	0.322

Tabella 2 - Valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

¹⁰ <http://www.cslp.it/>

¹¹ Coordinate geografiche del sito: (LAT: 44.544925; LONG: 10.871034)

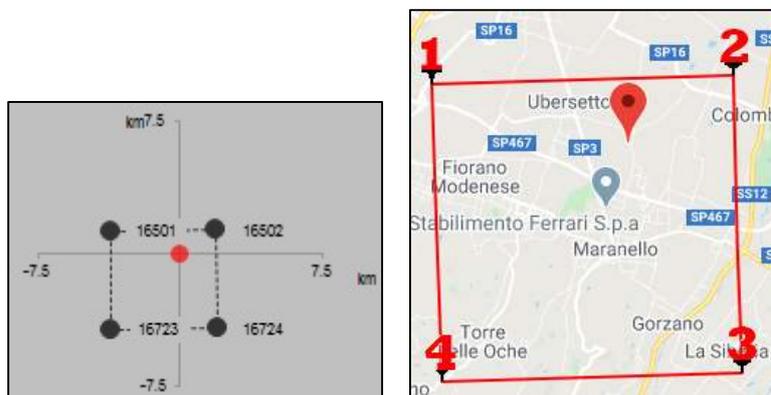


Figura 27 - Coordinate geografiche dei 4 punti della griglia INGV entro i quali ricade il sito in esame e distanza, in km, del sito da essi.

5.3. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

L'associazione tra i livelli prestazionale definiti per una data struttura e la severità dello scuotimento sismico dipende dall'importanza dell'opera considerata. In particolare, le NTC18 prevedono che l'azione sismica sia associata ad un *periodo di riferimento* (V_R) dell'opera e ad una prefissata probabilità di eccedenza, cui è abbinato un periodo di ritorno T_R . V_R definisce il periodo di osservazione per l'accadimento di terremoti di severità prefissata in base a T_R , mentre *allo stato limite è associata la probabilità di eccedenza*, durante tale periodo, dell'azione sismica da considerare.

Per ogni tipo di costruzione, V_R è ottenuto come prodotto della *vita nominale dell'opera* (V_N) per il *coefficiente della classe d'uso* (C_u) della stessa e non può essere inferiore a 35 anni.

La V_N è indicata espressamente negli elaborati di progetto e, per il caso in esame risulta essere pari a $V_N = 50$ anni¹². Essa definisce la durata della vita di progetto della struttura.

Le diverse strutture sono suddivise in *classi d'uso*, sulla base del livello di affollamento tipicamente presente nell'opera e delle possibili conseguenze, in termini sia di vittime, sia di rischi per l'ambiente, derivabili da un eventuale collasso o, comunque, da un'interruzione d'uso. A ciascuna classe d'uso è associato un valore del *coefficiente d'uso* C_u .

Nel caso in esame, la classe d'uso è la II¹³, corrispondente ad un coefficiente d'uso C_u pari a **1**.

¹² Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.

¹³ Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e 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. $C_u = 1,0$.

Da qui deriva, per la struttura in esame, un V_R pari a **50**.

Da un punto di vista prestazionale, la filosofia che sta alla base della definizione degli stati limite prevede che la struttura rimanga operativa, o comunque subisca danni tali da non comprometterne significativamente la resistenza, nel caso di terremoti meno severi e pertanto con una più elevata probabilità di verificarsi nel periodo di riferimento della struttura (superiore al 63%). Per contro, si accettano danni più significativi, sempre però garantendo la salvaguardia della vita degli occupanti, nel caso si verifichi un terremoto più severo, cui è associata una probabilità di occorrenza significativamente più bassa (5-10%) durante il periodo di riferimento dell'opera.

Per questo, ad ogni SL è associata una *probabilità di eccedenza* P_{VR} che rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_R , di almeno un sisma avente periodo di ritorno T_R :

Stato Limite di Operatività	(SLO) - 81%
Stato Limite di Danno	(SLD) - 63%
Stato Limite di salvaguardia della Vita	(SLV) - 10%
Stato Limite di prevenzione del Collasso	(SLC) - 5%

Identificati V_R e P_{VR} , il periodo di ritorno dell'azione sismica, da considerare per l'opera in esame e per i diversi SL, può essere calcolato sulla base della relazione biunivoca riportata di seguito:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

Dall'equazione di cui sopra si ottengono le relazioni tra il periodo di ritorno e il periodo di riferimento per i 4 SL e i rispettivi parametri d'azione.

Per il sito in esame si riportano di seguito la tabella dei parametri d'azione e gli spettri elastici per i 4 periodi di ritorno e per i 4 SL (Tabella 3):

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.052	2.484	0.254
SLD	50	0.065	2.494	0.267
SLV	475	0.164	2.368	0.292
SLC	975	0.206	2.384	0.308

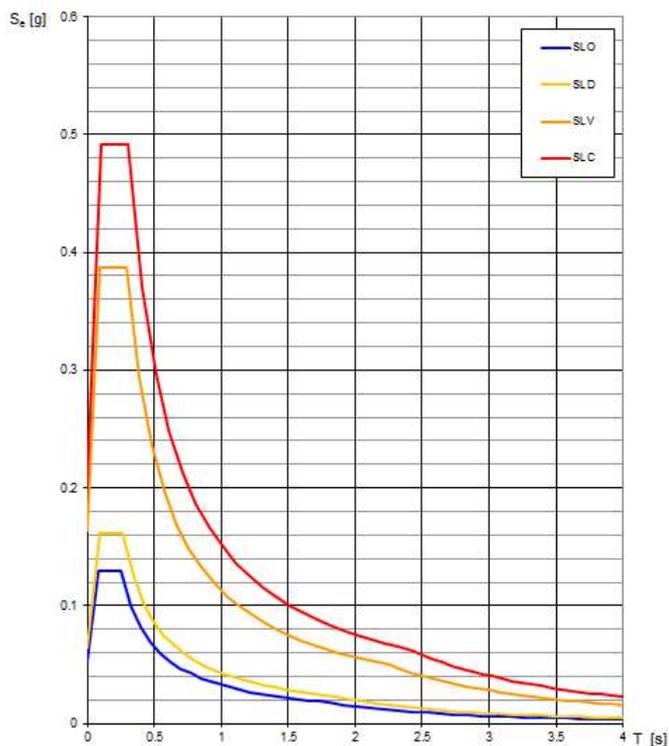
Tabella 3 - Valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento associati a ciascun SL.

Figura 28 - Spettri di risposta elastici (componente orizzontale) per i 4 Stati Limite.

5.4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

L'utilizzo degli spettri di risposta elastici precedentemente descritti corrisponde ad esigere che, durante un terremoto di prefissata severità, la struttura in progetto (o esistente) mantenga un comportamento elastico lineare, evitando in tal modo qualsiasi alterazione della sua integrità. Questa filosofia, evidentemente molto gravosa dal punto di vista economico, viene di fatto utilizzata soltanto nel caso di strutture particolari, il cui danneggiamento anche lieve può provocare conseguenze molto gravi alla società. A parte questi casi di strutture particolari, tipicamente si ammette che, sotto l'azione del terremoto, la struttura possa uscire dal campo elastico e sia in grado di sfruttare le proprie risorse in campo inelastico. In altre parole, è consentito progettare una struttura per un livello di azione sismica più moderata rispetto a quella corrispondente ad un comportamento puramente elastico, ammettendo che, oltre il limite elastico, la struttura abbia un comportamento duttile e dissipativo.

Per *duttilità* si intende la capacità di una struttura di deformarsi anche dopo la plasticizzazione del primo elemento, senza raggiungere la rottura in modo fragile. A parità di duttilità, le strutture possono tuttavia rispondere in modo diverso, in relazione alla loro capacità di dissipare l'energia di deformazione accumulata nei cicli di carico e scarico indotti dal terremoto.

La filosofia delle normative più recenti, incluse le NTC18, è di mirare alla realizzazione di strutture con un prefissato livello di duttilità e con un'opportuna capacità dissipativa, grazie alla quale la struttura sia in grado di esibire riserve di resistenza oltre il limite di plasticizzazione del primo elemento, prima che si formi un meccanismo di collasso controllato, in accordo al criterio di gerarchia delle resistenze. Poiché dunque tali strutture, se correttamente progettate, possono attingere a risorse ulteriori una volta raggiunta la resistenza massima, per le strutture con adeguato comportamento dissipativo, le forze corrispondenti ad una risposta puramente elastica (risultati perciò dall'applicazione dello spettro di risposta elastico) possono essere ridotte.

In particolare, si dividono le ordinate dello spettro di risposta elastico per un coefficiente, detto *fattore di comportamento* (q), il cui valore varia in funzione del comportamento strutturale (dissipativo o non dissipativo) e dello stato limite considerati, legandosi all'entità delle plasticizzazioni, che a ciascuno stato limite si accompagnano.

Gli spettri di risposta di progetto in accelerazione per le componenti orizzontali e verticali, da utilizzare per la verifica agli stati limite di danno, di salvaguardia della vita e di prevenzione al collasso, possono essere pertanto definiti solo qualora il progettista abbia calcolato il *fattore di comportamento* (q), definito nel capitolo 7 delle NTC18 (capitolo 7, Tabella 7.3.I), per le strutture dissipative.

5.5. EFFETTI DI SITO

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo di cui al paragrafo § 3.2.2. delle NTC18. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione $a_{max} = S_s \cdot a_g$ dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV (§3.2.3.2.1. delle NTC18), nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 4 - Tab. 3.2.IV - § 3.2.3.2.1. delle NTC18.

5.6. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Considerando le condizioni topografiche e morfologiche dell'area di studio (in corrispondenza di una superficie piana, sub-orizzontale), il coefficiente di amplificazione topografica S_T può essere assunto pari a **1**, sulla base delle categorie individuate dalle NTC18 (Tabella 5).

Tabella 3.2.IV – 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 $i > 30^\circ$

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

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

Tabella 5 – Tabelle 3.2.IV e 3.2.V – NTC18.

Di seguito si riportano i valori del fattore di amplificazione stratigrafica S_s per il sito in esame, per la categoria di suolo "C", categoria topografica "T1" e per ogni Stato Limite, calcolati con l'approccio semplificato consentito dalle NTC18.

COMPONENTE ORIZZONTALE	
Parametri indipendenti	
Stato limite - SLO	
a_g	0,052 g
F_0	2,484
T^*_c	0,254 s
S_s	1,5
C_c	1,651
S_T	1

COMPONENTE ORIZZONTALE	
Parametri indipendenti	
Stato limite - SLD	
a_g	0,065 g
F_0	2,494
T^*_c	0,267 s
S_s	1,5
C_c	1,624
S_T	1

COMPONENTE ORIZZONTALE	
Parametri indipendenti	
Stato limite - SLV	
a_g	0,164 g
F_0	2,368
T^*_c	0,292 s
S_s	1,467
C_c	1,576
S_T	1

COMPONENTE ORIZZONTALE	
Parametri indipendenti	
Stato limite - SLC	
a_g	0,206 g
F_0	2,384
T^*_c	0,308 s
S_s	1,405
C_c	1,548
S_T	1

5.7. ACCELERAZIONE SISMICA ORIZZONTALE AL SUOLO

La determinazione dell'**accelerazione massima orizzontale al sito**, per i 4 stati limite, sarà data dalla formula:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g \cdot 9,81$$

e sarà rispettivamente pari a:

$$\text{SLO: } 0,77 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{SLD: } 0,96 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{SLV: } 2,36 \text{ m/sec}^2$$

$$\text{SLC: } 2,84 \text{ m/sec}^2$$

I **coefficienti sismici orizzontale e verticale**, per il sito in esame, sono dati rispettivamente dalle seguenti formule:

$$k_h = \frac{\beta_s \cdot a_{\max}}{g}$$

dove: β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ricavabile dalla sottostante tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g \text{ (g)} \leq 0,4$	0.30	0.28
$0,1 < a_g \text{ (g)} \leq 0,2$	0.27	0.24
$a_g \text{ (g)} \leq 0,1$	0.20	0.20

$$K_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Pertanto, i coefficienti sismici orizzontali e verticali per i 4 stati limite saranno:

Stato limite	k_h	k_v
SLO	0,0156	$\pm 0,0078$
SLD	0,0195	$\pm 0,0098$
SLV	0,0577	$\pm 0,0289$
SLC	0,081	$\pm 0,0405$

5.8. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La presenza di una stratigrafia che, in base alle evidenze geologiche dedotte dall'analisi dei dati cartografici e geognostici d'archivio, confermate dai sondaggi penetrometrici eseguiti per questo studio, è costituita prevalentemente da terreni fini (argille e argille limoso sabbiose), con livelli sabbiosi molto addensati, ma in assenza di falda, fa ritenere molto bassa la probabilità che si possano innescare fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici d'intensità pari alla sismicità di base dell'area.

Le conclusioni qui espresse risultano in linea, relativamente al fenomeno liquefazione, con quelle riportate nell'analisi di risposta sismica locale per gli ambiti inseriti nel primo POC (2008) a cura dello Studio Viel & Sangiorgi.

6. CONDIZIONI E LIMITI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E SISMICA

Gli obiettivi di sostenibilità della scheda d'ambito di PSC, unitamente agli standard di qualità ecologico-ambientale da assicurare, risultano completamente coerenti con il progetto di Variante al POC.

L'area esaminata mostra caratteristiche litostratigrafiche e sismiche molto simili a quelle identificate dal QC del PSC e dalle relazioni geologiche e sismiche a supporto del POC. A tal proposito si riportano le caratteristiche di sintesi dell'ambito APS.i(p) dell'Integrazione alla Relazione Geologica per gli ambiti inseriti nel primo POC.

Geologia substrato: AES	Depositi continentali attribuiti subsistema di Ravenna (AES8) costituiti prevalentemente da alternanze di sedimenti limoso sabbiosi e ghiaie sabbiose, questi ultimi in strati e banchi spesso fusi tra loro; i depositi AES8 sono più recenti dell'unità di Niviano che incidono anche profondamente (oltre 30 m).
Geomorfologia	Ambito di pianura/conoide; spessore della coltre alluvionale può essere superiore a 100 metri.
Carta del dissesto PTCP	Assenza di vincoli correlati a dissesti

<p>Caratteristiche litotecniche locali</p>	<p>Ci si riferisce alla Relazione Geologica per il POC, tabella 5.4 e figura 2.1a.</p> <p>I riferimenti assunti sono dati da indagini geognostiche di repertorio e geofisiche (tromografia e MASW) come in figura 2.1a.</p> <p>Principali parametri assunti: $c_u = 60$ kPa; Pressione ammissibile = 120 kPa. Per fondazioni più profonde di 2 m si può fare riferimento ad una $\phi' = 35^\circ$.</p>
<p>Caratterizzazione sismica</p> <p>Microzonazione</p>	<p>Ci si riferisce alla Relazione Geologica per il POC (paragrafo 5.2.1 e Tavola 1 – Zonizzazione sismica).</p> <p>Modello monodimensionale di risposta sismica: sub modello PIANURA.</p> <p>Categoria del suolo di fondazione: C.</p> <p>Spessore dell'unità soggetta ad amplificazione stratigrafica.</p> <p>H = 35 m (bedrock)</p> <p>F.A. PGA = 1,9</p> <p>F.A. IS $0,1 s < T < 0,5 s = 1,57$</p> <p>F.A. IS $0,5 s < T < 1 s = 1,6 * 1,2 = 1,13$</p> <p>Frequenza e periodo fondamentale terreni</p> <p>F0= 4 Hz T0= 0,25 sec</p>
<p>Condizioni e limiti di fattibilità geologica e sismica</p>	<p>Caratteristiche principali: depositi continentali di spessore anche > 100 m, bedrock sismico profondo 35 metri; area stabile priva di prescrizioni particolari se non quelle generali riportate nella relazione geologica e citate nella presente scheda. L'intero ambito può essere considerato omogeneo, anche dal punto di vista della liquefazione dei sedimenti granulari saturi, o densificazione dei sedimenti sabbiosi saturi ed insaturi, infatti non si sono rinvenuti strati dotati delle caratteristiche tessiturali e meccaniche che caratterizzano i sedimenti che normalmente rispondono a questi processi reologici in presenza di impulsi ciclici.</p> <p>L'ambito quindi allo stato delle conoscenze è edificabile senza particolari condizionamenti geomeccanici e sismici, se non per i parametri indicati nella relazione e nella presente scheda. Le ulteriori analisi da realizzare nella fase di PUA potranno variare localmente le presenti conclusioni, secondo quanto indicato nelle norme allegate.</p>

La differenza nei fattori di amplificazione deriva da un aggiornamento dei criteri di microzonazione sismica regionali introdotti dalla DGR 630/2019 e dalle differenti profondità assunte per il bedrock sismico in questa sede. Per il resto, le caratteristiche geotecniche sono del tutto commensurabili ed il rischio liquefazione è ritenuto molto basso, così come ipotizzato anche in questo studio.

Le modifiche alla superficie topografica, di cui si è parlato nel capitolo 3 - un abbassamento delle quote nel settore sud-orientale dell'area ed un innalzamento delle stesse nel settore centro-occidentale – determineranno una maggiore prossimità al tetto delle ghiaie nel

settore sud-orientale (con parametri di resistenza molto alti) e la presenza di materiale di riporto nel settore centro-occidentale, direttamente sovrastante alle litologie limo-argillose naturali. Ciò potrebbe determinare una sensibile differenza di portanza della superficie di fondazione, che si dovrà tenere in considerazione in fase esecutiva: ad esempio andando a consolidare il terreno di riporto fino a raggiungere valori di portanza simili a quelli naturali del settore sud-orientale. Questo al fine di evitare eventuali cedimenti differenziali.

7. SINTESI DELL'ANALISI DEI DATI RACCOLTI E CONCLUSIONI

Dall'analisi integrata dei dati scientifici disponibili in bibliografia e delle osservazioni di campagna effettuate durante il sopralluogo, è stato possibile caratterizzare il terreno in esame dai punti di vista litostratigrafico, geotecnico e sismico e dare un giudizio sulla fattibilità della Variante in oggetto.

Giudizio è risultato essere positivo e ha permesso di dichiarare la **fattibilità geologica, geotecnica e sismica della Variante al POC per l'ambito MOB – APS.i di Maranello**. Si è infatti verificata la mancanza di controindicazioni sotto i punti di vista geologico, geotecnico, idrologico, idrogeologico e sismico.

Dallo studio eseguito emerge come l'area sia collocata in una zona a debolissima inclinazione topografica, che permette uno sviluppo edilizio senza particolari problemi, con presenza di terreni a comportamento meccanico plastico (argille, argille sabbiose, limi e limi argillosi), in superficie, caratterizzati da discrete caratteristiche geomeccaniche, seguiti da sabbie molto addensate e da ghiaie a matrice sabbiosa e limosa, fino a circa -17 m, che garantiscono ottime caratteristiche geomeccaniche. Gli spessori dello strato argilloso-limoso risultano estremamente variabili all'interno dell'area, così come anche la profondità del tetto del primo importante strato ghiaioso.

Per la caratterizzazione sismica del terreno si sottofondazione è stato preso in considerazione uno stendimento sismico MASW (da bibliografia), ubicato pochi metri ad est dell'area, che ha restituito un valore di V_{S30} pari a 347 m/s da cui si può inserire il terreno in esame nella categoria C *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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”*.

L'indagine a sismica passiva HVSR (anch'essa reperita in bibliografia, ed eseguita adiacente alla MASW di cui sopra) ha individuato un unico picco (di bassa amplificazione, pari a 2) alla frequenza di 64Hz ed un profilo che, complessivamente, non permette di ipotizzare una profondità del bedrock sismico. Profondità che è stata qui ipotizzata sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e sismostratigrafiche locali, confrontate con quelle degli Ambiti descritti nell'Allegato A2 della DGR 630/2019. Ciò ha indotto ad inserire l'area nell'Ambito “Margine di tipo A” e, in base al valore di V_{S30} ottenuto dall'indagine sismica d'archivio, assegnare i seguenti fattori di amplificazione sismica:

F.A. P.G.A.: 1,9

F.A. SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$): 1,9

F.A. SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$): 2,5

F.A. SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$): 2,5

F.A. SI1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$): 2,0

F.A. SI2 ($0,5s \leq T \leq 1,0s$): 2,6

I dati acquisiti hanno consentito di definire il modello geologico-geotecnico del terreno del primo sottosuolo ed i relativi parametri geotecnici caratteristici, sulla base del quale si ritiene idoneo l'utilizzo di fondazioni superficiali del tipo a trave rovescia. E' opportuno ribadire come il modello non sia omogeneo sull'intera area e per tal ragione l'area stessa è stata suddivisa in tre sub-ambiti al cui interno il modello acquisisce un maggior grado di omogeneità.

Il livello di falda ha una profondità stimabile intorno a 20 m dal p.d.c., pertanto si ritiene improbabile l'interferenza della falda con gli scavi in progetto e con le fondazioni. In occasione dell'esecuzione delle 10 penetrometrie statiche eseguite per questo studio, la falda non è mai stata intercettata. La natura dei terreni indagati e la profondità della falda acquifera hanno indotto a ritenere molto basso il rischio di liquefazione in caso di sisma.

Non sussistono condizioni o limiti di fattibilità geologica e sismica, in linea con quanto riportato dalle analisi geologiche e sismiche a corredo del PSC e del POC.

Gli obiettivi di sostenibilità della scheda d'ambito di PSC, unitamente agli standard di qualità ecologico-ambientale da assicurare, risultano completamente coerenti con il progetto di Variante al POC.

La locale riorganizzazione topografica, che si determinerà allo scopo di creare una superficie sub-orizzontale adeguata ad ospitare il nuovo stabilimento produttivo, potrebbe determinare una sensibile differenza di portanza della superficie di fondazione, che si dovrà tenere in considerazione in fase esecutiva: ad esempio andando a consolidare il terreno di riporto fino a raggiungere valori di portanza simili a quelli naturali del settore sud-orientale. Questo al fine di evitare eventuali cedimenti differenziali.

Modena, 08/04/2020

Il Tecnico incaricato

Dott. Geol. Valeriano Franchi

ALLEGATO 1

Stratigrafie nr. 2 pozzi per acqua
Database geognostico della Regione Emilia-Romagna

Pratica N° **2110** - **7**

COMPENSORIO
COMUNE-Istat

1	2
4	19

Unferma
P620b

Codice fiscale RGH MLD 08442 F957N

-Ditta RIGHI RIVA MATILDE E FERRARINI MARIACLAUDIA E CARLO ALBERTO

residente a MODENA in Viale CADUTI IN GUERRA N. 62

-Pozzo ad uso IRRIGUO in Comune di MARANELLO

Frazione HADONNA FAETI Località _____ Napp. N° 3960 / Fg. 21

-Data di ultimazione della perforazione: 1935

-Ditta perforatrice: SOC. HASSARENTI

CARATTERISTICHE DEL POZZO

*avanpozzo (si o no) SI

*diametro interno tubi mm. 350

*profondità mt. 95

EQUIPAGGIAMENTO

* tipo della pompa KLEIN

* tubo pompa Ø mm. _____
cv 20

*potenza KW

*prevalenza mt. 40

*portata lt/sec. 4

- Livello dinamico mt. _____

- Livello statico mt. _____

-Portata pozzo: lt/sec. _____

-Superficie irrigata:
ha. 9 are 8 ca. _____

-Consumo giornaliero (24 ore):
metri cubi _____

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 25/01/1991

Firma Matilde Righi Riva

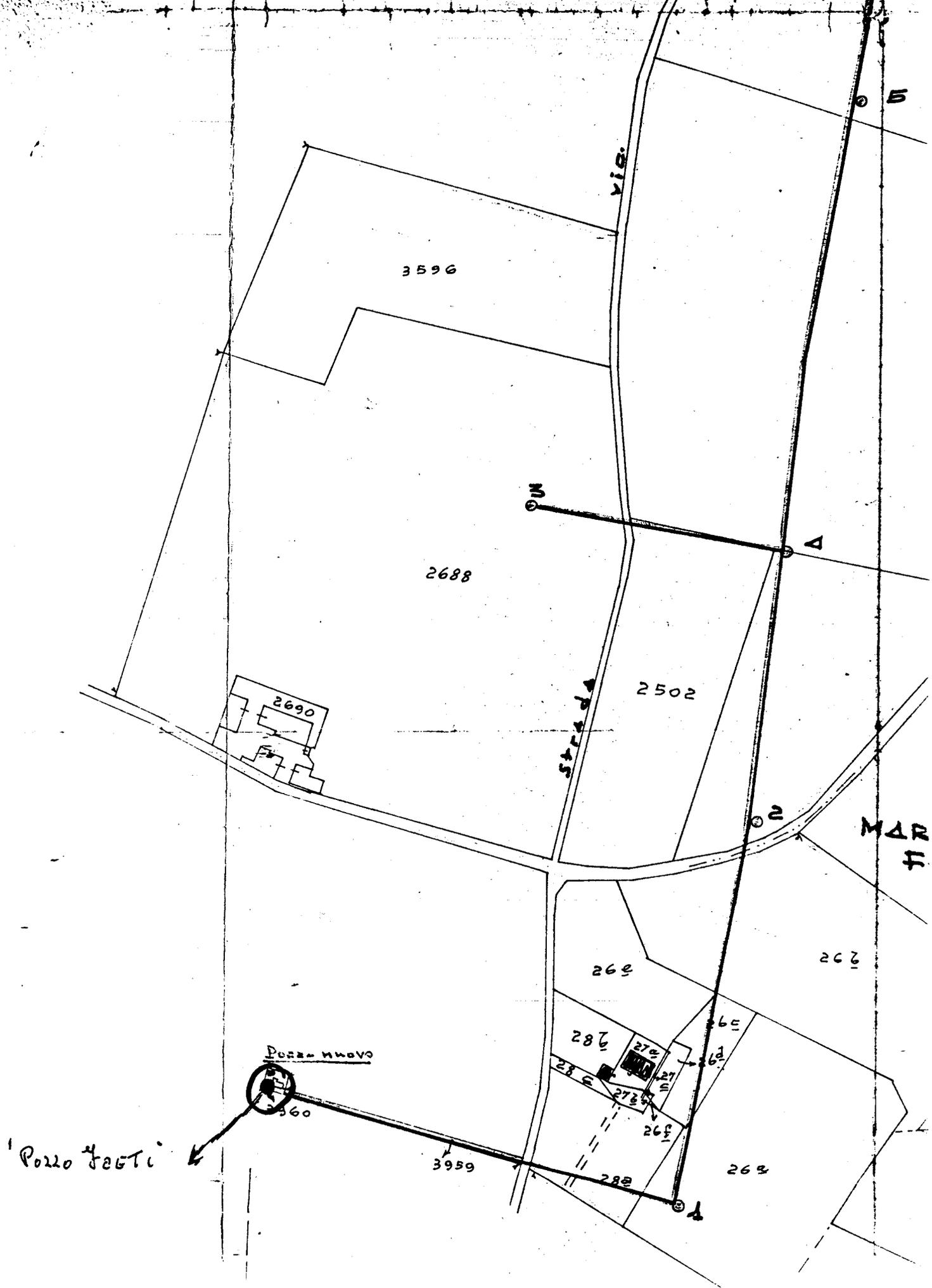
STRATIGRAFIA DEL TERRENO		Falde captate
Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati		
-da mt. <u>0</u> a mt. <u>10</u>	<u>ARGILLA GIALLA</u>	
-da mt. <u>10</u> a mt. <u>11</u>	<u>GHIAIA</u>	
-da mt. <u>11</u> a mt. <u>19</u>	<u>ARGILLA CON CIOTOLI</u>	X F
-da mt. <u>19</u> a mt. <u>22</u>	<u>GHIAIA</u>	
-da mt. <u>22</u> a mt. <u>25</u>	<u>ARGILLA GIALLA</u>	
-da mt. <u>26</u> a mt. <u>31</u>	<u>ARGILLA GIALLA CON CIOTOLI</u>	
-da mt. <u>31</u> a mt. <u>35</u>	<u>ARGILLA GIALLA</u>	
-da mt. <u>35</u> a mt. <u>95</u>	<u>STRATI ALTERNATI DI ARGILLA, GHIAIA, ARGILLA SABBIOSA E CON CIOTOLI.</u>	

SERV. PROV. DELLA SUELOGIA
RIP. REGIONALE DI M. MARANELLO
20-725 28

ANNOTAZIONI: IL POZZO CAUSA UNA ROTTURA DI UN CORPO DI POMPA INCROSTATOSI E' UTILIZZABILE PER UNA PROFONDITA' MAX DI 22,00 METRI.

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

COMPILARE ANCHE NEL RETRO



Prot. _____

N° _____ Reg. _____

ALLEGATO ALLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE ALLA PERFORAZIONE POZZI PER LA RICERCA E LA ESTRAZIONE DI ACQUE SOTTERRANEE - (Art. 5 lett. g. Reg. Ed)

PROPRIETARI SIGG. Patti Sdebrando e Predes Vegliè

ricerca in V. Claudio

n° 17 Località Maranello F. _____ Mapp. _____

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

Localizzazione del pozzo							
Longit.	<u>3</u>	<u>3,5</u>	Latit.	<u>4</u>	<u>8,5</u>	Ha.	<u>2</u>
Quota piano campagna:m.s.l.m.						<u>1</u>	<u>12,0</u>

IL TECNICO COMUNALE _____

STRATIGRAFIA DEL TERRENO	
Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrate)	
-da mt. <u>0</u>	a mt. <u>8</u> <u>terro sabbia</u>
-da mt. <u>8</u>	a mt. <u>16</u> <u>ghiaia scia</u>
-da mt. <u>16</u>	a mt. <u>33</u> <u>terro grigio sabbia</u>
-da mt. <u>33</u>	a mt. <u>44</u> <u>ghiaia con scorie</u>
-da mt. <u>44</u>	a mt. <u>48</u> <u>terro</u>
-da mt. _____	a mt. _____

Livello statico : mt. 20

SIMONINI ENZO & C.
 ELETTRICITÀ TERMIDIFFUSIONE
 LA DITTA PERFORATRICE
 V.le G. Garibaldi, 17 - Tel. 0421/273
 41051 BENTONIGLIO (MO)

IL PROPRIETARIO
Patti Sdebrando

ALLEGATO 2

**Sondaggio meccanico a rotazione
Allegato alla Relazione Geologica
dell'Analisi di Risposta Sismica Locale
per il POC di Maranello
(2008)**

Direzione Cantiere:		Cantiere: VIA TREBBO NORD, MARANELLO	Inizio/Fine Esecuzione:	
		Operatore:	Quota lavoro:	
Committente: STUDIO VIEL & SANGIORGI		Tipo Carotaggio: CAROTTAGGIO CONTINUO	Sigla Sondaggio: S2	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotag. R.O.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	campioni	Falda
		suolo	0.50	%C=100					
1		Ghiaia fine con matrice sabbiosa passante a limosa							
2									
3				%C=100					
4									
5			5.58						
6		limo leggermente variegato							
		ghiaia con matrice limoso-argillosa	6.58	%C=100					
7		argilla	7.03						
		ghiaia con matrice limoso-argillosa	7.33						
		argilla scura con ciottolotti							
8		ghiaia con matrice limosa al tetto e al letto ghiaia addensata	8.54	%C=100				FS	
9		argilla limosa							
10		ghiaia con matrice limosa		%C=100					
11		limo argilloso variegato rosso	11.00						
		ghiaia con matrice sabbiosa	11.57						
12				%C=100		4	1.3		
13		variegato limo con poca argilla	13.00						
		sabbia fine-media	13.50						
14		ciottoli ben arrotondati in matrice limoso-sabbiosa	13.80			4	1.5		
15		paleosuolo	14.64						
				%C=100					
16		argilla e limo	15.86			1	0.9		
		sabbia ghiaiosa al tetto e ghiaia sabbiosa al letto	16.86			4.3	1.3		
17			17.08	%C=100					
18									
19									
20									

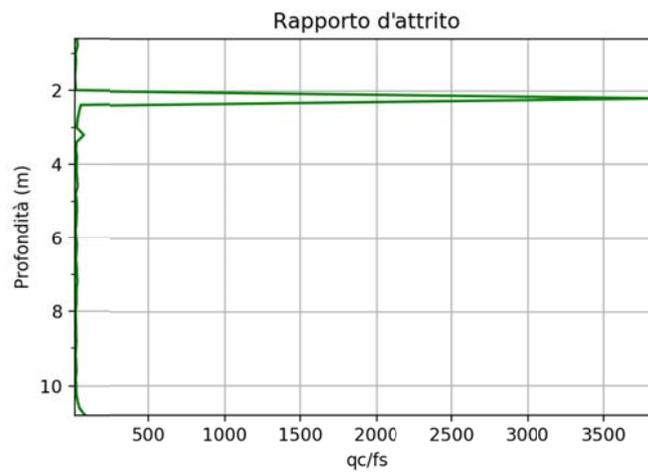
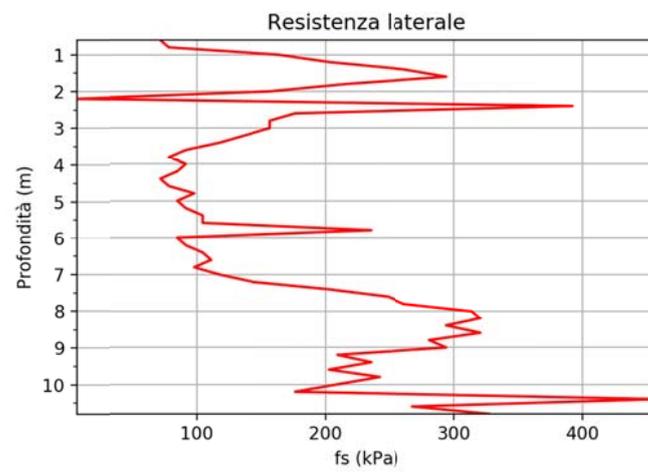
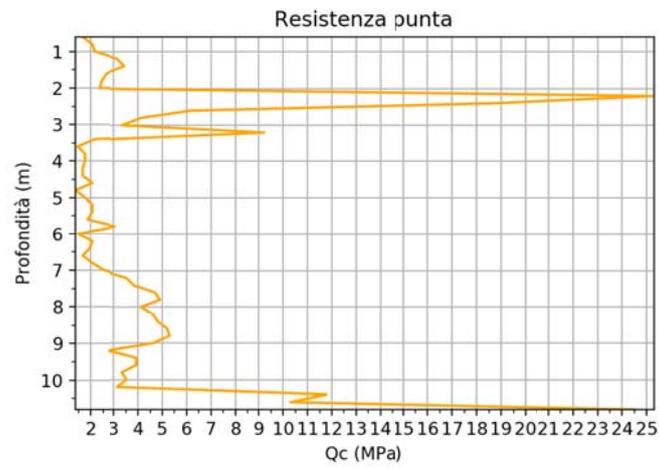
4.76

FIGURA 2.2 f-STRATIGRAFIA SONDAGGIO S2, VIA TREBBO NORD

ALLEGATO 3

**Prove penetrometriche statiche
eseguite per questo studio
(10 CPTm)**

Diagrammi penetrometrici CPTm-1



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-1

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	1.8	Argille inorganiche compatte	18.4	7.7	94.04	11.17	6.98							104.73	0.45
4	1.8	Argille inorganiche compatte	18.6	7.3	93.83	11.15	6.97							104.5	0.45
4.2	1.7	Argille inorganiche compatte	18.6	6.6	88.18	10.48	6.55							98.21	0.45
4.4	1.7	Argille inorganiche compatte	18.3	6.2	87.97	10.45	6.53							97.98	0.45
4.6	2.1	Argille sabbiose e limose	18.5	7.5	109.56	13.02	8.13							122.02	0.45
4.8	1.4	Argille organiche e terreni misti	18.7	4.6	71.22	8.46	5.29							79.32	0.45
5	1.8	Argille inorganiche compatte	18.6	5.8	92.8	11.02	6.89							103.36	0.45
5.2	2.1	Argille inorganiche compatte	18.7	6.6	108.94	12.94	8.09							121.33	0.45
5.4	2.1	Argille inorganiche molto compatte	18.8	6.3	108.73	12.92	8.07							121.1	0.45
5.6	1.9	Argille inorganiche molto compatte	18.8	5.5	97.62	11.6	7.25							108.73	0.45
5.8	3	Argille inorganiche molto compatte	20	8.8	162.78	19.34	12.09							181.3	0.45
6	1.5	Argille inorganiche compatte	18.5	3.9	75.4	8.96	5.6							83.98	0.45
6.2	2.1	Argille inorganiche compatte	18.7	5.5	107.88	12.82	8.01							120.16	0.45
6.4	2	Argille inorganiche molto compatte	18.8	5	102.23	12.14	7.59							113.86	0.45
6.6	1.7	Argille inorganiche molto compatte	18.9	4.1	85.67	10.18	6.36							95.42	0.45
6.8	2.1	Argille inorganiche compatte	18.8	4.9	107.26	12.74	7.96							119.46	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-1

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
7	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19	6	134.29	15.95	9.97							149.56	0.45
7.2	3.5	Argille sabbiose e limose	19.4	8.2	188.55	22.4	14							210	0.45
7.4	3.8	Argille inorganiche molto compatte	19.8	8.7	204.68	24.32	15.2							227.96	0.45
7.6	4.7	Argille sabbiose e limose	20.1	10.4	253.49	30.11	18.82							282.32	0.45
7.8	4.9	Argille sabbiose e limose	20.2	10.6	264.16	31.38	19.61							294.21	0.45
8	4.1	Argille inorganiche molto compatte	20.3	8.6	220.35	26.18	16.36							245.41	0.45
8.2	4.6	Argille inorganiche molto compatte	20.4	9.4	247.36	29.39	18.37							275.5	0.45
8.4	4.8	Argille inorganiche molto compatte	20.3	9.5	258.03	30.65	19.16							287.38	0.45
8.6	5.2	Argille inorganiche molto compatte	20.5	10.1	279.6	33.22	20.76							311.4	0.45
8.8	5.3	Argille sabbiose e limose	20.2	10	284.82	33.84	21.15							317.22	0.45
9	4.6	Argille inorganiche molto compatte	20.3	8.5	246.46	29.28	18.3							274.49	0.45
9.2	2.7	Argille inorganiche molto compatte	19.8	4.8	142.72	16.96	10.6							158.96	0.45
9.4	3.9	Argille inorganiche molto compatte	20	6.8	207.88	24.7	15.44							231.53	0.45
9.6	3.9	Argille sabbiose e limose	19.8	6.7	207.66	24.67	15.42							231.28	0.45
9.8	3.3	Argille inorganiche molto compatte	20	5.5	174.75	20.76	12.98							194.63	0.45
10	3.5	Argille inorganiche molto compatte	19.8	5.7	185.42	22.03	13.77							206.52	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-1

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
10.2	3.1	Argille inorganiche molto compatte	19.6	4.9	163.41	19.41	12.13							182	0.45
10.4	11.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	21	10.6	642.62	76.34	395.5	56.8	36.2	0.73	23.2	-0.3	58.32	1028.97	0.26
10.6	10.3	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.3	9	560.67	66.61	104.22	55.6	35.6	0.72	23.2	-0.3	55.01	931.56	0.26
10.8	24.5	Sabbie addensate o cementate	20.8	3.7			719.29	89	36.3	0.73	18.8	-0.4	92.49	386.75	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-1)

Prof.	Litologia	PV _{nat.med}	PV _{nat.devst.}	PV _{nat.COV}	PV _{nat.crt.}	Q _{Cmed.}	Q _{Cdevst.}	Q _{CCOV}	C _{umed.}	C _{udevst.}	C _{uCOV}	C _{ucrt.}	C' _{med.}	C' _{devst.}	C' _{COV}	C' _{crt.}
m	...	kN/mc	kN/mc	...	kN/mc	MPa	MPa	...	kPa	kPa	...	kPa	kPa	kPa	...	kPa
0.6-2.0	Argille inorganiche molto compatte	19.6	0.53	0.03	19.2	2.61	0.44	0.17	143.29	26.12	0.18	90.44	17.02	3.1	0.18	10.74
2.0-2.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	15.4	0	0	15.4	25.3	0	0								
2.2-2.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.9	0	0	20.9	18.6	0	0	1032.61	0	0	1032.61	122.67	0	0	122.67
2.4-2.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	19.7	0	0	19.7	6.2	0	0	340.48	0	0	340.48	40.45	0	0	40.45
2.6-3.0	Argille sabbiose e limose	19.5	0	0	19.5	3.7	0.4	0.11	203.95	21.9	0.11	101.75	24.23	2.6	0.11	12.09
3.0-3.2	Sabbie	19.5	0	0	19.5	9.2	0	0								
3.2-3.4	Argille inorganiche molto compatte	19	0	0	19	2.2	0	0	116.24	0	0	116.24	13.81	0	0	13.81
3.4-4.4	Argille inorganiche compatte	18.5	0.13	0.01	18.3	1.7	0.11	0.06	88.38	5.86	0.07	82.54	10.5	0.7	0.07	8.76
4.4-4.6	Argille sabbiose e limose	18.5	0	0	18.5	2.1	0	0	109.56	0	0	109.56	13.02	0	0	13.02
4.6-5.6	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche molto compatte	18.72	0.07	0	18.7	1.86	0.26	0.14	95.86	13.83	0.14	64.16	11.39	1.64	0.14	7.62
5.6-5.8	Argille inorganiche molto compatte	20	0	0	20	3	0	0	162.78	0	0	162.78	19.34	0	0	19.34
5.8-6.6	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche molto compatte	18.73	0.15	0.01	18.5	1.82	0.24	0.13	92.8	12.94	0.14	57.46	11.02	1.54	0.14	6.82
6.6-7.0	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche	18.9	0.1	0.01	18.4	2.3	0.2	0.09	120.78	13.51	0.11	60.26	14.34	1.6	0.11	7.15

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-1)

	molto compatte															
9.0-10.2	Argille inorganiche molto compatte															
10.2-10.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	56.2	0.6	0.01	-0.3	56.66	1.66	0.03	35.9	0.3	0.01	34.3	0.72	0.01	0.01	0.69

Prof.	Litologia	G _{0med.}	G _{0devst.}	G _{0COV}	M _{med.}	M _{devst.}	M _{COV}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst.}	Pois. _{COV}						
<i>m</i>	...	MPa	MPa	...	MPa	MPa	...	...	...	...		
0.6-2.0	Argille inorganiche molto compatte	159.59	29.1	0.18	10.64	1.94	0.18	0.45	0	0						
2.0-2.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	129.8	0	0	750.04	0	0	0.01	0	0						
2.2-2.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	1278.42	0	0	629.89	0	0	0.19	0	0						
2.4-2.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	482.24	0	0	209.66	0	0	0.255	0	0						
2.6-3.0	Argille sabbiose e limose	227.14	24.39	0.11	15.14	1.62	0.11	0.45	0	0						
3.0-3.2	Sabbie	131.51	0	0	274.42	0	0	0.04	0	0						
3.2-3.4	Argille inorganiche molto compatte	129.46	0	0	8.63	0	0	0.45	0	0						
3.4-4.4	Argille inorganiche	98.44	6.53	0.07	6.56	0.44	0.07	0.45	0	0						

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-1)

	compatte															
4.4-4.6	Argille sabbiose e limose	122.02	0	0	8.13	0	0	0.45	0	0						
4.6-5.6	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche molto compatte	106.77	15.4	0.14	7.12	1.03	0.14	0.45	0	0						
5.6-5.8	Argille inorganiche molto compatte	181.3	0	0	12.09	0	0	0.45	0	0						
5.8-6.6	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche molto compatte	103.36	14.41	0.14	6.89	0.96	0.14	0.45	0	0						
6.6-7.0	Argille inorganiche compatte & Argille inorganiche molto compatte	134.51	15.05	0.11	8.96	1.01	0.11	0.45	0	0						
7.0-7.4	Argille sabbiose e limose & Argille inorganiche molto compatte	218.98	8.98	0.04	14.6	0.6	0.04	0.45	0	0						
7.4-8.4	Argille inorganiche molto compatte	276.96	16.93	0.06	18.46	1.13	0.06	0.45	0	0						
8.4-9.0	Argille inorganiche molto compatte	301.04	18.92	0.06	20.07	1.26	0.06	0.45	0	0						
9.0-10.2	Argille inorganiche	200.82	25.97	0.13	13.39	1.73	0.13	0.45	0	0						

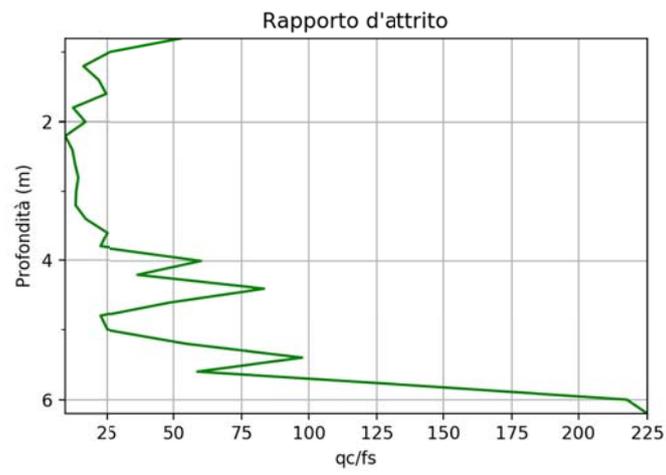
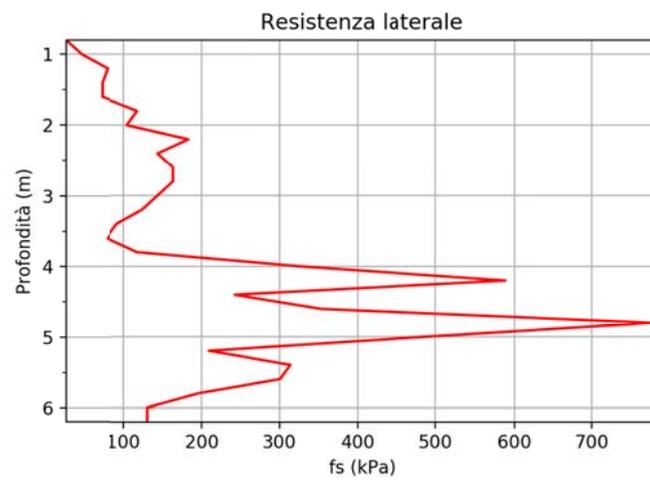
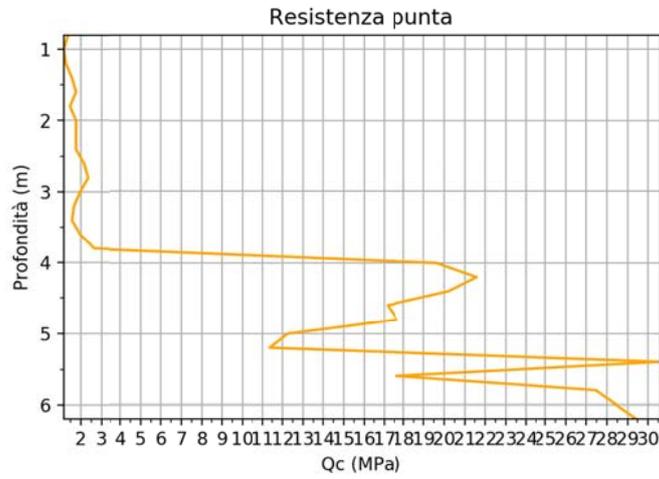
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-1)

	molto compatte															
10.2-10.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	980.26	48.71	0.05	249.86	145.64	0.58	0.26	0	0						

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-2



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-2

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m</i> <i>c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.8	1.4	Sabbie sciolte	16.8	2			8.43	25.7	33.5	0.66	25.5	-0.2	6.1	29.1	0.11
1	1.2	Argille inorganiche a media consistenza	17.6	22.6	64.44	7.65	4.78							71.76	0.45
1.2	1.3	Argille inorganiche compatte	18.4	20.1	69.68	8.28	5.17							77.61	0.45
1.4	1.6	Argille inorganiche compatte	18.3	21	85.82	10.2	6.37							95.58	0.45
1.6	1.8	Argille sabbiose e limose	18.3	20.5	96.51	11.47	7.17							107.49	0.45
1.8	1.5	Argille organiche e terreni misti	19	15	79.96	9.5	5.94							89.05	0.45
2	1.8	Argille inorganiche molto compatte	18.8	16.1	96.09	11.42	7.13							107.02	0.45
2.2	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.5	14.4	95.88	11.39	7.12							106.78	0.45
2.4	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.2	13.1	95.66	11.36	7.1							106.54	0.45
2.6	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.4	14.8	117.24	13.93	8.71							130.58	0.45
2.8	2.4	Argille inorganiche molto compatte	19.4	14.9	127.92	15.2	9.5							142.47	0.45
3	2	Argille inorganiche molto compatte	19.2	11.5	105.92	12.58	7.86							117.96	0.45
3.2	1.7	Argille organiche e terreni misti	19	9	89.36	10.62	6.63							99.52	0.45
3.4	1.6	Argille inorganiche compatte	18.6	8	83.7	9.94	6.22							93.23	0.45
3.6	2	Argille sabbiose e limose	18.5	9.5	105.29	12.51	7.82							117.27	0.45
3.8	2.6	Argille sabbiose e limose	19	12.2	143.22	17.01	10.63							159.51	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-2

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
m	MPa	...	kN/m _c	...	kPa	kPa	MPa	%	°	...	°	...	MPa	MPa	...
4	19.6	Sabbie addensate o cementate	20.7	5.9			580.67	95.9	36.4	0.74	15.4	-0.4	58.64	180.52	0.01
4.2	21.6	Argille estremamente compatte	21.4	90.6	1194.24	141.88	88.67							1330.09	0.45
4.4	20.2	Sabbie addensate o cementate	20.4	5.7			597.61	95.3	36.4	0.74	15.7	-0.4	61.69	195.58	0.01
4.6	17.2	Sabbie addensate o cementate	20.8	4.8			508.15	85.1	37.2	0.76	17.6	-0.4	55.43	194.16	0.01
4.8	17.7	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	21.6	34.3	975.62	115.9	594.87	85.7	37.2	0.76	17.6	-0.4	57.33	1288.72	0.22
5	12.3	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	21	22.8	675.74	80.28	413.8	67.6	37.4	0.76	20.7	-0.3	45.35	942.87	0.24
5.2	11.4	Sabbie addensate o cementate	20	3.1			337.54	63.9	37.3	0.76	21.3	-0.3	43.78	192.06	0.04
5.4	30.6	Sabbie addensate o cementate	20.7	6.6			900.45	100	37	0.75	15.8	-0.4	87.61	252.9	0.01
5.6	17.7	Sabbie addensate o cementate	20.6	4.3			521.93	82.7	37.2	0.76	18.4	-0.4	60.2	226.35	0.01
5.8	27.5	Sabbie addensate o cementate	20.2	5.9			808.55	100	36.3	0.73	15.8	-0.4	82.97	259.22	0.01
6	28.4	Sabbie con molti fossili / calcareniti	19.6	5.9			836.92	100	36.4	0.74	15.9	-0.4	85.83	267.73	0.01
6.2	29.4	Sabbie con molti fossili / calcareniti	19.6	5.9			865.25	100	36.5	0.74	16	-0.4	88.33	276.22	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coazione non drenata
C'	Coazione efficace

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-2

M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-2)

Prof.	Litologia	Dr _{med.}	Dr _{devst.}	Dr _{COV}	Par.s.-med.	Ey _{med.}	Ey _{devst.}	Ey _{COV}	fi' _{med.}	fi' _{devst.}	fi' _{COV}	fi' _{crt.}	tanfi' _{med.}	tanfi' _{devst.}	tanfi' _{COV}	tanfi' _{crt.}
<i>m</i>	...	%	%	...	...	MPa	MPa	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.6-0.8	Sabbie sciolte	25.7	0	0	-0.2	6.1	0	0	33.5	0	0	33.5	0.66	0	0	0.66
0.8-1.2	Argille inorganiche a media consistenza & Argille inorganiche compatte															
1.2-2.4	Argille inorganiche molto compatte															
2.4-3.0	Argille inorganiche molto compatte															
3.0-3.4	Argille organiche e terreni misti & Argille inorganiche compatte															
3.4-3.8	Argille sabbiose e limose															
3.8-4.0	Sabbie addensate o cementate	95.9	0	0	-0.4	58.64	0	0	36.4	0	0	36.4	0.74	0	0	0.74
4.0-4.2	Argille estremamente addensate															
4.2-4.6	Sabbie addensate o cementate	90.2	5.1	0.06	-0.4	58.56	3.13	0.05	36.8	0.4	0.01	35.1	0.75	0.01	0.01	0.72
4.6-5.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	76.65	9.05	0.12	-0.35	51.34	5.99	0.12	37.3	0.1	0	37.3	0.76	0	0	0.76
5.0-5.8	Sabbie addensate o cementate	86.65	14.91	0.17	-0.38	68.64	17.71	0.26	36.95	0.39	0.01	35.9	0.75	0.01	0.01	0.73
5.8-6.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	100	0	0	-0.4	87.08	1.25	0.01	36.45	0.05	0	36.4	0.74	0	0	0.74

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-2)

Prof.	Litologia	G _{0med.}	G _{0devst.}	G _{0cov}	M _{med.}	M _{devst.}	M _{cov}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst}	Pois. _{cov}						
<i>m</i>	...	MPa	MPa	...	MPa	MPa	...	...	...	...		
0.6-0.8	Sabbie sciolte	29.1	0	0	8.43	0	0	0.11	0	0						
0.8-1.2	Argille inorganiche a media consistenza & Argille inorganiche compatte	74.68	2.92	0.04	4.97	0.19	0.04	0.45	0	0						
1.2-2.4	Argille inorganiche molto compatte	102.08	7.16	0.07	6.8	0.48	0.07	0.45	0	0						
2.4-3.0	Argille inorganiche molto compatte	130.34	10.01	0.08	8.69	0.67	0.08	0.45	0	0						
3.0-3.4	Argille organiche e terreni misti & Argille inorganiche compatte	96.38	3.14	0.03	6.42	0.21	0.03	0.45	0	0						
3.4-3.8	Argille sabbiose e limose	138.39	21.12	0.15	9.23	1.41	0.15	0.45	0	0						
3.8-4.0	Sabbie addensate o cementate	180.52	0	0	580.67	0	0	0.01	0	0						
4.0-4.2	Argille estremamente addensate	1330.09	0	0	88.67	0	0	0.45	0	0						
4.2-4.6	Sabbie addensate o cementate	194.87	0.71	0	552.88	44.73	0.08	0.01	0	0						
4.6-5.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	1115.8	172.92	0.15	504.34	90.54	0.18	0.23	0.01	0.04						
5.0-5.8	Sabbie addensate o cementate	232.63	26.47	0.11	642.12	224.53	0.35	0.02	0.01	0.5						

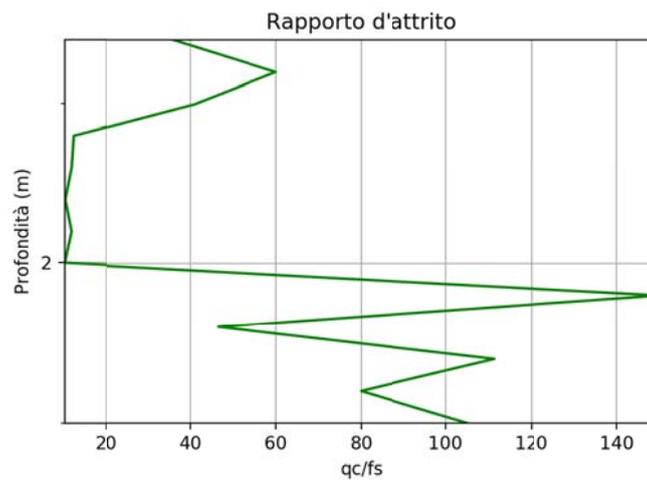
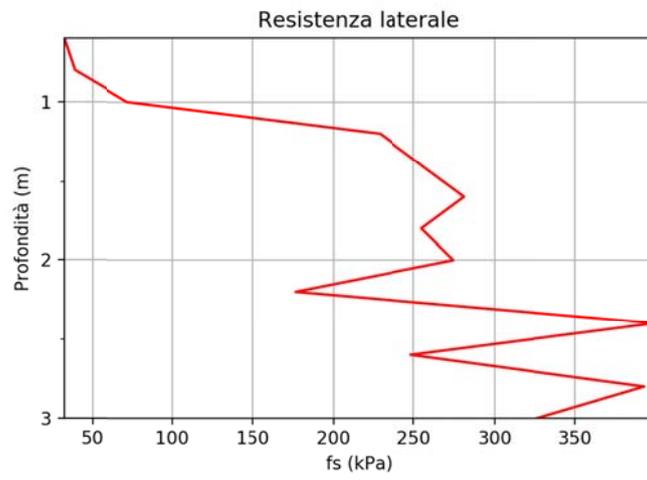
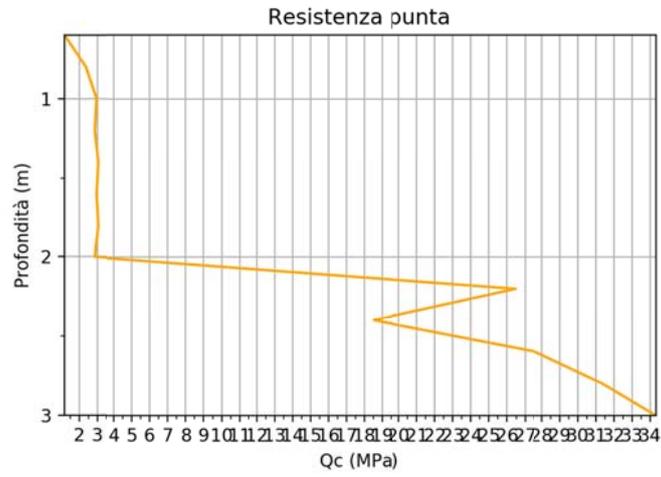
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-2)

5.8-6.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	271.98	4.25	0.02	851.08	14.17	0.02	0.01	0	0						
---------	--	--------	------	------	--------	-------	------	------	---	---	--	--	--	--	--	--

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-3



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-3

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	1.2	Argille estremamente addensate	17.2	37.3	64.8	7.7	4.81							72.18	0.45
0.8	2.4	Sabbie	17.5	4.3			70.62	37.1	35.8	0.72	23.7	-0.3	8.75	33.94	0.08
1	2.9	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	18.4	29.6	162.47	19.3	100.27	40.5	36.2	0.73	23.3	-0.3	10.96	223.09	0.26
1.2	2.8	Argille inorganiche molto compatte	19.9	43.4	156.8	18.63	11.64							174.64	0.45
1.4	3	Argille inorganiche molto compatte	20	39	167.48	19.9	12.44							186.53	0.45
1.6	2.9	Argille inorganiche molto compatte	20.2	32.6	161.8	19.22	12.01							180.21	0.45
1.8	3	Argille inorganiche molto compatte	20	29.6	167.03	19.84	12.4							186.03	0.45
2	2.8	Argille inorganiche molto compatte	20.1	24.7	155.91	18.52	11.58							173.65	0.45
2.2	26.5	Sabbie addensate o cementate	20	11			784.67	100	38.6	0.8	14.1	-0.5	64.37	131.37	0.01
2.4	18.5	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.9	70.8	1027.16	122.03	626.59	100	36.5	0.74	13.5	-0.5	50.21	1272.26	0.19
2.6	27.7	Sabbie addensate o cementate	20.5	9.9			818.45	100	38.3	0.79	14.5	-0.5	69.03	150.28	0.01
2.8	31.4	Sabbie addensate o cementate	21	10.2			927.35	100	38.8	0.8	14.8	-0.5	77.2	163.88	0.01
3	34.3	Sabbie addensate o cementate	20.8	10.3			1013.02	100	39	0.81	15.1	-0.5	84.03	176.26	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-3

Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-3)

Prof.	Litologia	PV _{nat.med}	PV _{nat.devst.}	PV _{nat.COV}	PV _{nat.crt.}	Q _{Cmed.}	Q _{Cdevst.}	Q _{CCOV}	C _{umed.}	C _{udevst.}	C _{uCOV}	C _{ucrt.}	c' _{med.}	c' _{devst.}	c' _{COV}	c' _{crt.}
<i>m</i>	...	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	...	<i>kN/mc</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	...	<i>kPa</i>
0.4-0.6	Argille limose poco compatte	17.2	0	0	17.2	1.2	0	0	64.8	0	0	64.8	7.7	0	0	7.7
0.6-0.8	Sabbie	17.5	0	0	17.5	2.4	0	0								
0.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte	19.77	0.62	0.03	19.3	2.9	0.08	0.03	161.92	4.47	0.03	158.03	19.24	0.53	0.03	17.99
2.0-2.2	Sabbie addensate o cementate	20	0	0	20	26.5	0	0								
2.2-2.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.9	0	0	20.9	18.5	0	0	1027.16	0	0	1027.16	122.03	0	0	122.03
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	20.75	0.25	0.01	20.2	29.55	1.85	0.06								
2.8-3.0	Sabbie addensate o cementate	20.8	0	0	20.8	34.3	0	0								

Prof.	Litologia	Dr _{med.}	Dr _{devst.}	Dr _{COV}	Par.s _{med.}	E _{ymed.}	E _{ydevst.}	E _{yCOV}	fi' _{med.}	fi' _{devst.}	fi' _{COV}	fi' _{crt.}	tanfi' _{med.}	tanfi' _{devst.}	tanfi' _{COV}	tanfi' _{crt.}
<i>m</i>	...	%	%	...	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.4-0.6	Argille limose poco compatte															
0.6-0.8	Sabbie	37.1	0	0	-0.3	8.75	0	0	35.8	0	0	35.8	0.72	0	0	0.72
0.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte	40.5	0	0	-0.3	10.96	0	0	36.2	0	0	36.2	0.73	0	0	0.73
2.0-2.2	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	64.37	0	0	38.6	0	0	38.6	0.8	0	0	0.8
2.2-2.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	100	0	0	-0.5	50.21	0	0	36.5	0	0	36.5	0.74	0	0	0.74
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	73.12	4.09	0.06	38.55	0.25	0.01	36.8	0.8	0.01	0.01	0.76
2.8-3.0	Sabbie	100	0	0	-0.5	84.03	0	0	39	0	0	39	0.81	0	0	0.81

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-3)

addensate o cementate																
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

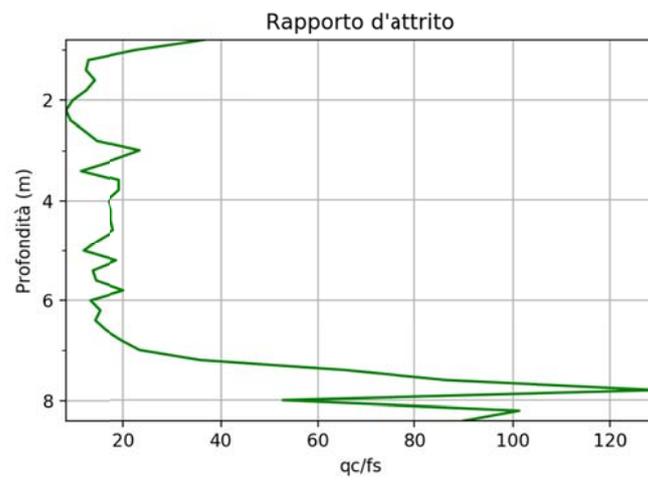
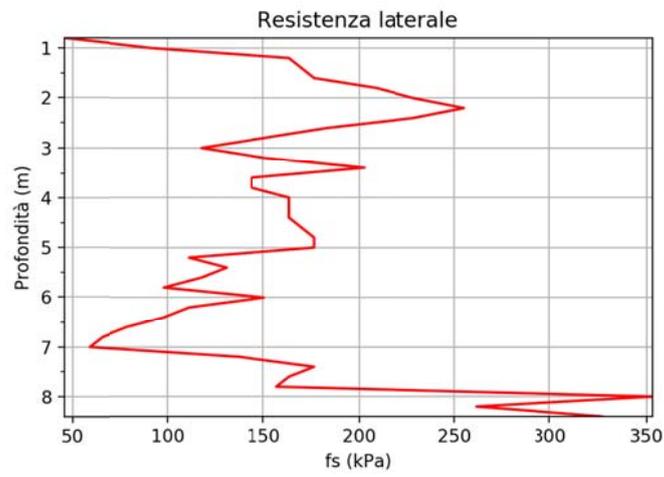
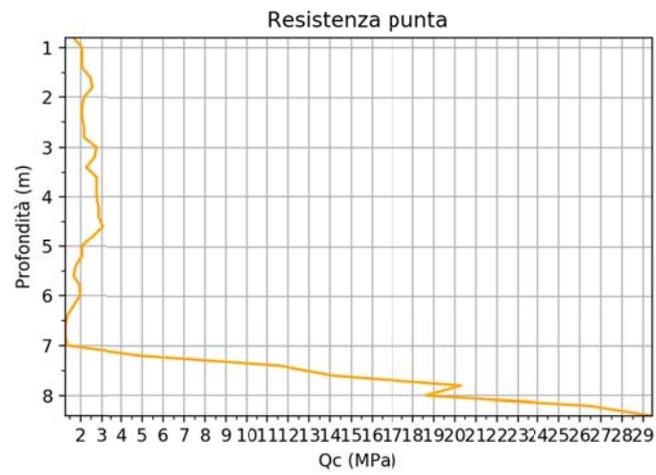
Prof.	Litologia	G _{0med.}	G _{0devst.}	G _{0COV}	M _{med.}	M _{devst.}	M _{COV}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst}	Pois. _{COV}						
<i>m</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille limose poco compatte	72.18	0	0	4.81	0	0	0.45	0	0	72.18	0	0	4.81	0	0
0.6-0.8	Sabbie	33.94	0	0	70.62	0	0	0.08	0	0	33.94	0	0	70.62	0	0
0.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte	187.36	16.73	0.09	26.72	32.89	1.23	0.42	0.07	0.17	187.36	16.73	0.09	26.72	32.89	1.23
2.0-2.2	Sabbie addensate o cementate	131.37	0	0	784.67	0	0	0.01	0	0	131.37	0	0	784.67	0	0
2.2-2.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	1272.26	0	0	626.59	0	0	0.19	0	0	1272.26	0	0	626.59	0	0
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	157.08	6.8	0.04	872.9	54.45	0.06	0.01	0	0	157.08	6.8	0.04	872.9	54.45	0.06
2.8-3.0	Sabbie addensate o cementate	176.26	0	0	1013.02	0	0	0.01	0	0	176.26	0	0	1013.02	0	0

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-3)

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-4



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-4

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.8	1.7	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	17.7	20.5	91.83	10.91	56.86	28	34.4	0.68	25.2	-0.2	7.02	133.93	0.275
1	2.1	Argille inorganiche compatte	18.7	37.6	113.42	13.47	8.42							126.32	0.45
1.2	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19.4	30.9	113.2	13.45	8.41							126.08	0.45
1.4	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19.5	26.1	112.98	13.42	8.39							125.84	0.45
1.6	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.6	27	134.56	15.99	9.99							149.87	0.45
1.8	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.8	24.7	139.79	16.61	10.38							155.69	0.45
2	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.8	18.6	117.77	13.99	8.74							131.17	0.45
2.2	2.1	Argille inorganiche molto compatte	20	16	112.1	13.32	8.32							124.86	0.45
2.4	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19.8	14.6	111.88	13.29	8.31							124.61	0.45
2.6	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.6	14.1	117.11	13.91	8.7							130.44	0.45
2.8	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.3	13	116.9	13.89	8.68							130.2	0.45
3	2.7	Argille sabbiose e limose	19.1	15.5	149.38	17.75	11.09							166.37	0.45
3.2	2.6	Argille inorganiche molto compatte	19.4	14	143.71	17.07	10.67							160.06	0.45
3.4	2.3	Argille inorganiche molto compatte	19.7	11.1	121.7	14.46	9.04							135.55	0.45
3.6	2.7	Argille inorganiche molto compatte	19.3	12.8	148.73	17.67	11.04							165.65	0.45
3.8	2.7	Argille inorganiche molto compatte	19.3	12.1	148.51	17.64	11.03							165.41	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-4

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
4	2.7	Argille inorganiche molto compatte	19.4	11.5	148.3	17.62	11.01							165.17	0.45
4.2	2.8	Argille inorganiche molto compatte	19.5	11.3	153.53	18.24	11.4							170.99	0.45
4.4	2.8	Argille inorganiche molto compatte	19.5	10.8	153.31	18.21	11.38							170.75	0.45
4.6	3	Argille inorganiche molto compatte	19.6	11	163.99	19.48	12.18							182.65	0.45
4.8	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.6	8.8	136.53	16.22	10.14							152.06	0.45
5	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19.5	6.7	109.08	12.96	8.1							121.48	0.45
5.2	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19	6.5	108.86	12.93	8.08							121.25	0.45
5.4	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.1	5.3	92.31	10.97	6.85							102.81	0.45
5.6	1.7	Argille organiche e terreni misti	19	4.8	86.65	10.29	6.43							96.5	0.45
5.8	2	Argille inorganiche compatte	18.8	5.5	102.78	12.21	7.63							114.48	0.45
6	2	Argille inorganiche molto compatte	19.3	5.3	102.57	12.19	7.62							114.24	0.45
6.2	1.7	Argille inorganiche molto compatte	18.9	4.3	86.02	10.22	6.39							95.8	0.45
6.4	1.4	Argille organiche e terreni misti	18.7	3.4	69.46	8.25	5.16							77.36	0.45
6.6	1.3	Argille inorganiche compatte	18.4	3	63.81	7.58	4.74							71.07	0.45
6.8	1.3	Argille inorganiche compatte	18.1	2.9	63.61	7.56	4.72							70.84	0.45
7	1.4	Argille inorganiche compatte	18	3.1	68.86	8.18	5.11							76.69	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-4

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
7.2	4.9	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	19.4	6.2	264.77	31.46	49.6	35.5	33.8	0.67	25.4	-0.2	30.98	489.26	0.28
7.4	11.6	Sabbie addensate o cementate	19.8	2.5			342.69	60	36.8	0.75	22.3	-0.3	50.15	245.61	0.06
7.6	14.1	Sabbie addensate o cementate	19.8	2.9			417.51	67.7	37	0.75	21.3	-0.3	57.42	263.05	0.04
7.8	20.3	Sabbie addensate o cementate	19.8	3.9			598.24	84.3	36.8	0.75	18.8	-0.4	73.13	293.34	0.01
8	18.6	Sabbie addensate o cementate	20.8	3.6			549.44	79.6	37	0.75	19.6	-0.4	69.73	292.54	0.02
8.2	26.5	Sabbie addensate o cementate	20.5	4.6			777.92	98.3	35.6	0.72	16.8	-0.4	89.29	325.19	0.01
8.4	29.4	Sabbie addensate o cementate	20.8	5			863.23	100	35.7	0.72	16.6	-0.4	96.81	339.84	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-4)

	compatte															
4.8-6.2	Argille inorganiche molto compatte															
6.2-7.0	Argille inorganiche compatte															
7.0-7.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	35.5	0	0	-0.2	30.98	0	0	33.8	0	0	33.8	0.67	0	0	0.67
7.2-7.6	Sabbie addensate o cementate	63.85	3.85	0.06	-0.3	53.78	3.64	0.07	36.9	0.1	0	36.9	0.75	0	0	0.75
7.6-8.2	Sabbie addensate o cementate	87.4	7.94	0.09	-0.4	77.38	8.53	0.11	36.47	0.62	0.02	34	0.74	0.01	0.01	0.72
8.2-8.4	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.4	96.81	0	0	35.7	0	0	35.7	0.72	0	0	0.72

Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	$Pois_{med.}$	$Pois_{devst}$	$Pois_{COV}$						
<i>m</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	...	...	...		
0.6-0.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	133.93	0	0	56.86	0	0	0.275	0	0						
0.8-2.8	Argille inorganiche molto compatte	132.51	10.47	0.08	8.83	0.7	0.08	0.45	0	0						
2.8-4.8	Argille inorganiche molto compatte	163.47	11.91	0.07	10.9	0.79	0.07	0.45	0	0						
4.8-6.2	Argille inorganiche molto compatte	109.51	10.21	0.09	7.3	0.68	0.09	0.45	0	0						
6.2-7.0	Argille	73.99	3.05	0.04	4.93	0.2	0.04	0.45	0	0						

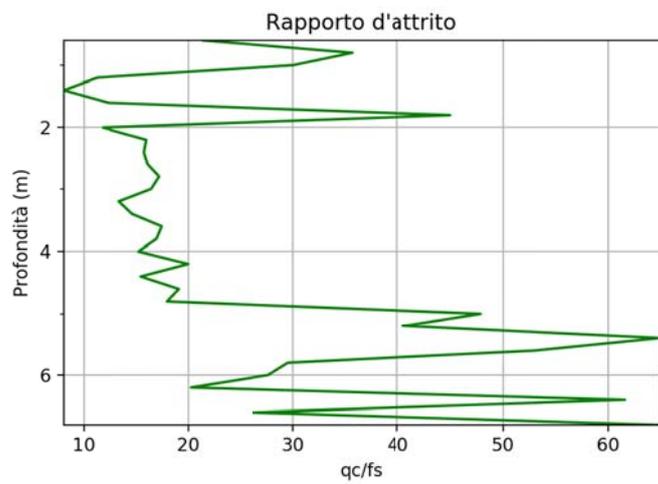
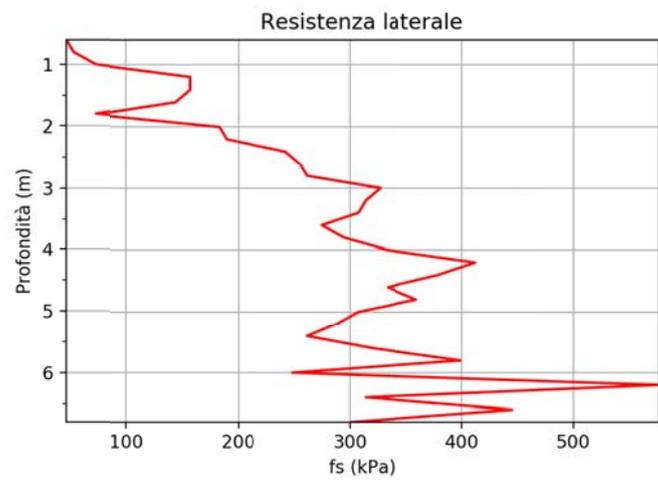
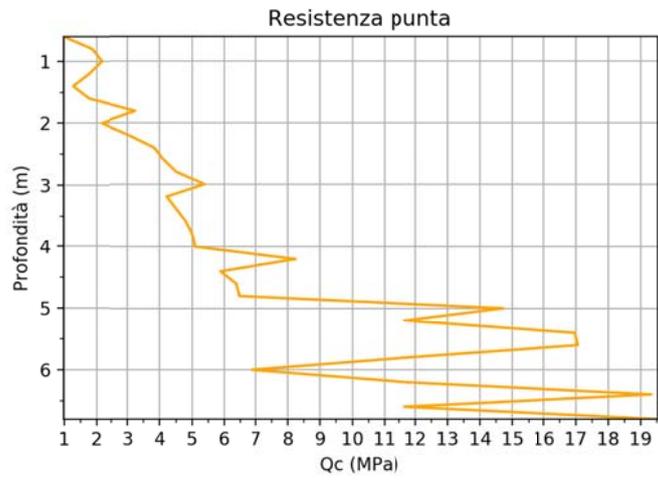
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-4)

	inorganiche compatte															
7.0-7.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	489.26	0	0	49.6	0	0	0.28	0	0						
7.2-7.6	Sabbie addensate o cementate	254.33	8.72	0.03	380.1	37.41	0.1	0.05	0.01	0.2						
7.6-8.2	Sabbie addensate o cementate	303.69	15.21	0.05	641.87	98.25	0.15	0.01	0	0						
8.2-8.4	Sabbie addensate o cementate	339.84	0	0	863.23	0	0	0.01	0	0						

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-5



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-5

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	1	Argille inorganiche a media consistenza	17.6	30.3	53.89	6.4	4							60.03	0.45
0.8	1.9	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	17.9	23.1	102.73	12.2	63.55	30.7	34.8	0.7	24.8	-0.2	7.52	146.93	0.275
1	2.2	Argille sabbiose e limose	18.4	39.6	118.87	14.12	8.83							132.39	0.45
1.2	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.4	26.5	96.86	11.51	7.19							107.88	0.45
1.4	1.3	Argille organiche e terreni misti	19.3	16.1	69.41	8.25	5.15							77.3	0.45
1.6	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.2	19.5	96.43	11.46	7.16							107.4	0.45
1.8	3.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	18.4	17.1	177.95	21.14	110.09	35.7	35.3	0.71	24.5	-0.2	13.5	264.73	0.27
2	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.6	18.9	117.8	14	8.75							131.2	0.45
2.2	3	Argille inorganiche molto compatte	19.6	24.2	166.62	19.79	12.37							185.57	0.45
2.4	3.8	Argille inorganiche molto compatte	20	27.8	209.98	24.95	15.59							233.87	0.45
2.6	4.1	Argille inorganiche molto compatte	20.1	27.4	226.1	26.86	16.79							251.82	0.45
2.8	4.5	Argille inorganiche molto compatte	20.2	27.8	247.67	29.42	18.39							275.84	0.45
3	5.4	Argille inorganiche molto compatte	20.5	30.9	296.48	35.22	22.01							330.2	0.45
3.2	4.2	Argille inorganiche molto compatte	20.4	22.4	230.87	27.43	17.14							257.13	0.45
3.4	4.5	Argille inorganiche molto compatte	20.4	22.5	246.99	29.34	18.34							275.09	0.45
3.6	4.8	Argille inorganiche molto compatte	20.2	22.6	263.11	31.26	19.54							293.04	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-5

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	5	Argille inorganiche molto compatte	20.3	22.2	273.78	32.53	20.33							304.92	0.45
4	5.1	Argille inorganiche molto compatte	20.5	21.4	279	33.15	20.72							310.74	0.45
4.2	8.2	Argille sabbiose e limose	20.8	33	453.11	53.83	33.64							504.65	0.45
4.4	5.9	Argille inorganiche molto compatte	20.6	22.3	322.13	38.27	23.92							358.77	0.45
4.6	6.4	Argille sabbiose e limose	20.5	23.1	349.14	41.48	25.92							388.85	0.45
4.8	6.5	Argille sabbiose e limose	20.6	22.4	354.36	42.1	26.31							394.67	0.45
5	14.7	Sabbie addensate o cementate	20.6	3.9			435.75	75.2	37.5	0.77	19.5	-0.4	51.56	203.39	0.02
5.2	11.7	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.4	20.2	642.65	76.35	393.87	64.5	37.3	0.76	21.2	-0.3	44.96	913.11	0.245
5.4	17	Sabbie addensate o cementate	20.4	4.2			501.82	80.8	37.3	0.76	18.7	-0.4	58.22	222.55	0.01
5.6	17.1	Sabbie addensate o cementate	20.6	4.1			504.58	80.5	37.3	0.76	18.8	-0.4	59.18	228.72	0.01
5.8	11.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.8	18.2	647.42	76.91	396.92	63.3	37.1	0.76	21.6	-0.3	46.89	934.8	0.25
6	6.9	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.2	10.2	374.78	44.52	69.7	47.1	35.4	0.71	23.8	-0.2	34.8	608.67	0.265
6.2	11.7	Argille sabbiose e limose	21.2	31	641.51	76.21	47.63							714.48	0.45
6.4	19.3	Sabbie addensate o cementate	20.6	4.1			570.19	84.5	37	0.75	18.5	-0.4	67.41	259.46	0.01
6.6	11.7	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.9	15.8	641.05	76.16	393.33	61.2	37	0.75	22.1	-0.3	48.89	947.8	0.255
6.8	19.5	Sabbie addensate o cementate	20.6	4			575.7	83.9	37	0.75	18.7	-0.4	68.97	271.57	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-5)

Prof. <i>m</i>	Litologia ...	PV _{nat.med} <i>kN/mc</i>	PV _{nat.devst.} <i>kN/mc</i>	PV _{nat.COV} ...	PV _{nat.crt.} <i>kN/mc</i>	Q _{Cmed.} <i>MPa</i>	Q _{Cdevst.} <i>MPa</i>	Q _{CCOV} ...	C _{umed.} <i>kPa</i>	C _{udevst.} <i>kPa</i>	C _{uCOV} ...	C _{ucrt.} <i>kPa</i>	C' _{med.} <i>kPa</i>	C' _{devst.} <i>kPa</i>	C' _{COV} ...	C' _{crt.} <i>kPa</i>
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza	17.6	0	0	17.6	1	0	0	53.89	0	0	53.89	6.4	0	0	6.4
0.6-0.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	17.9	0	0	17.9	1.9	0	0	102.73	0	0	102.73	12.2	0	0	12.2
0.8-1.0	Argille sabbiose e limose	18.4	0	0	18.4	2.2	0	0	118.87	0	0	118.87	14.12	0	0	14.12
1.0-1.6	Argille inorganiche molto compatte	19.3	0.08	0	19.3	1.63	0.24	0.15	87.57	12.84	0.15	43.3	10.41	1.53	0.15	5.15
1.6-1.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	18.4	0	0	18.4	3.2	0	0	177.95	0	0	177.95	21.14	0	0	21.14
1.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte	19.6	0	0	19.6	2.2	0	0	117.8	0	0	117.8	14	0	0	14
2.0-4.0	Argille inorganiche molto compatte	20.22	0.26	0.01	20.1	4.44	0.67	0.15	244.06	35.9	0.15	173.93	28.99	4.27	0.15	20.66
4.0-4.2	Argille sabbiose e limose	20.8	0	0	20.8	8.2	0	0	453.11	0	0	453.11	53.83	0	0	53.83
4.2-4.8	Argille sabbiose e limose	20.57	0.05	0	20.6	6.27	0.26	0.04	341.88	14.12	0.04	318.87	40.62	1.68	0.04	35.14
4.8-5.0	Sabbie addensate o cementate	20.6	0	0	20.6	14.7	0	0								
5.0-5.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.4	0	0	20.4	11.7	0	0								
5.2-5.6	Sabbie addensate o cementate	20.5	0.1	0	20.5	17.05	0.05	0								
5.6-6.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.5	0.3	0.01	20	9.35	2.45	0.26								
6.0-6.2	Argille sabbiose e limose	21.2	0	0	21.2	11.7	0	0	641.51	0	0	641.51	76.21	0	0	76.21
6.2-6.4	Sabbie addensate o cementate	20.6	0	0	20.6	19.3	0	0								
6.4-6.6	Terreni limo	20.9	0	0	20.9	11.7	0	0	641.05	0	0	641.05	76.16	0	0	76.16

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-5)

	sabbiosi: sabbie argillose e limi															
6.6-6.8	Sabbie addensate o cementate	20.6	0	0	20.6	19.5	0	0								

Prof.	Litologia	$D_{r_{med.}}$	$D_{r_{devst.}}$	$D_{r_{COV}}$	$Par.s_{-med.}$	$E_{y_{med.}}$	$E_{y_{devst.}}$	$E_{y_{COV}}$	$f'_{med.}$	$f'_{devst.}$	f'_{COV}	$f'_{crt.}$	$tanfi'_{med.}$	$tanfi'_{devst.}$	$tanfi'_{COV}$	$tanfi'_{crt.}$
<i>m</i>	...	%	%	...	...	MPa	MPa	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza															
0.6-0.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	30.7	0	0	-0.2	7.52	0	0	34.8	0	0	34.8	0.7	0	0	0.7
0.8-1.0	Argille sabbiose e limose															
1.0-1.6	Argille inorganiche molto compatte															
1.6-1.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	35.7	0	0	-0.2	13.5	0	0	35.3	0	0	35.3	0.71	0	0	0.71
1.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte															
2.0-4.0	Argille inorganiche molto compatte															
4.0-4.2	Argille sabbiose e limose															
4.2-4.8	Argille sabbiose e limose															
4.8-5.0	Sabbie	75.2	0	0	-0.4	51.56	0	0	37.5	0	0	37.5	0.77	0	0	0.77

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-5)

	addensate o cementate															
5.0-5.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	64.5	0	0	-0.3	44.96	0	0	37.3	0	0	37.3	0.76	0	0	0.76
5.2-5.6	Sabbie addensate o cementate	80.65	0.15	0	-0.4	58.7	0.48	0.01	37.3	0	0	37.3	0.76	0	0	0.76
5.6-6.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	55.2	8.1	0.15	-0.25	40.84	6.05	0.15	36.25	0.85	0.02	32.9	0.74	0.03	0.04	0.61
6.0-6.2	Argille sabbiose e limose															
6.2-6.4	Sabbie addensate o cementate	84.5	0	0	-0.4	67.41	0	0	37	0	0	37	0.75	0	0	0.75
6.4-6.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	61.2	0	0	-0.3	48.89	0	0	37	0	0	37	0.75	0	0	0.75
6.6-6.8	Sabbie addensate o cementate	83.9	0	0	-0.4	68.97	0	0	37	0	0	37	0.75	0	0	0.75

Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	Pois.-med.	Pois.-devst	Pois.-cov						
<i>m</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza	60.03	0	0	4	0	0	0.45	0	0						
0.6-0.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	146.93	0	0	63.55	0	0	0.275	0	0						
0.8-1.0	Argille sabbiose e	132.39	0	0	8.83	0	0	0.45	0	0						

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-5)

	limose															
1.0-1.6	Argille inorganiche molto compatte	97.53	14.3	0.15	6.5	0.95	0.15	0.45	0	0						
1.6-1.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	264.73	0	0	110.09	0	0	0.27	0	0						
1.8-2.0	Argille inorganiche molto compatte	131.2	0	0	8.75	0	0	0.45	0	0						
2.0-4.0	Argille inorganiche molto compatte	271.82	39.99	0.15	18.12	2.67	0.15	0.45	0	0						
4.0-4.2	Argille sabbiose e limose	504.65	0	0	33.64	0	0	0.45	0	0						
4.2-4.8	Argille sabbiose e limose	380.76	15.73	0.04	25.38	1.05	0.04	0.45	0	0						
4.8-5.0	Sabbie addensate o cementate	203.39	0	0	435.75	0	0	0.02	0	0						
5.0-5.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	913.11	0	0	393.87	0	0	0.245	0	0						
5.2-5.6	Sabbie addensate o cementate	225.64	3.08	0.01	503.2	1.38	0	0.01	0	0						
5.6-6.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	771.73	163.06	0.21	233.31	163.61	0.7	0.26	0.01	0.04						
6.0-6.2	Argille	714.48	0	0	47.63	0	0	0.45	0	0						

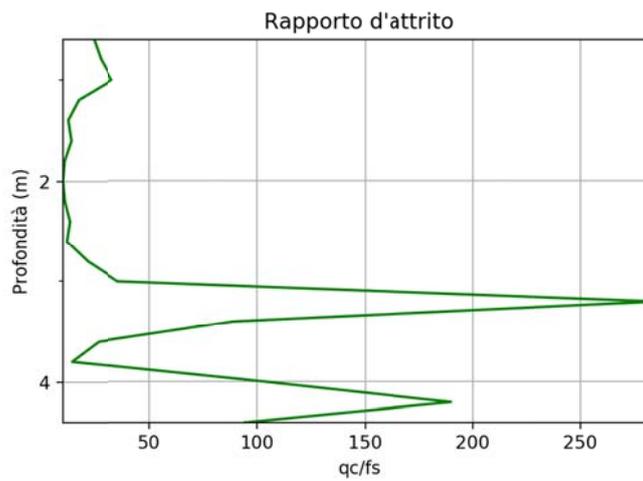
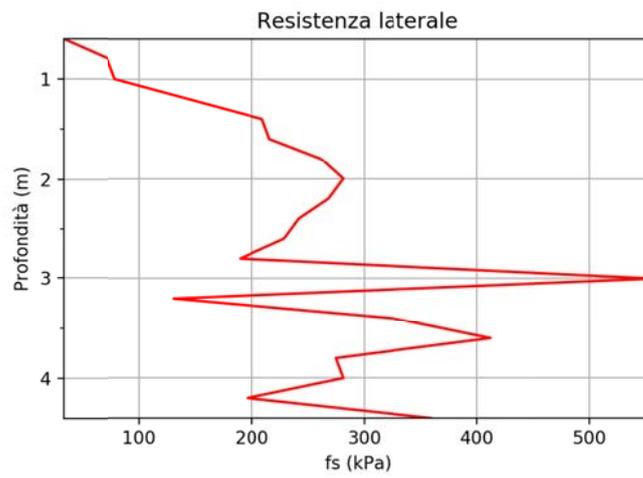
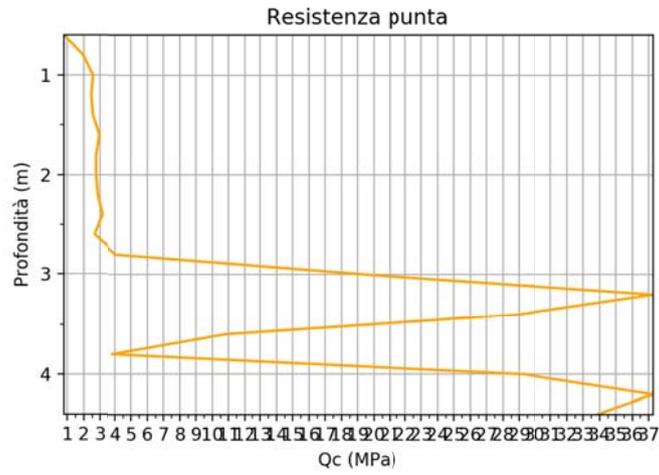
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-5)

	sabbiose e limose															
6.2-6.4	Sabbie addensate o cementate	259.46	0	0	570.19	0	0	0.01	0	0						
6.4-6.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	947.8	0	0	393.33	0	0	0.255	0	0						
6.6-6.8	Sabbie addensate o cementate	271.57	0	0	575.7	0	0	0.01	0	0						

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-6



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-6

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	0.8	Argille inorganiche a media consistenza	17	25.1	43.02	5.11	3.19							47.91	0.45
0.8	2	Argille sabbiose e limose	18.4	46.3	108.19	12.85	8.03							120.5	0.45
1	2.5	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	18.5	25.4	140.67	16.71	86.91	36.4	35.6	0.72	24	-0.2	9.96	197.46	0.265
1.2	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.2	37.4	135.01	16.04	10.02							150.37	0.45
1.4	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.8	32.8	140.24	16.66	10.41							156.19	0.45
1.6	2.9	Argille inorganiche molto compatte	19.8	32.8	161.81	19.22	12.01							180.22	0.45
1.8	2.7	Argille inorganiche molto compatte	20	26.8	150.7	17.9	11.19							167.84	0.45
2	2.7	Argille inorganiche molto compatte	20.2	23.9	150.47	17.88	11.17							167.59	0.45
2.2	2.8	Argille inorganiche molto compatte	20	22.3	155.7	18.5	11.56							173.41	0.45
2.4	3.1	Argille inorganiche molto compatte	20	22.5	171.82	20.41	12.76							191.36	0.45
2.6	2.6	Argille inorganiche molto compatte	19.9	17.4	144.36	17.15	10.72							160.78	0.45
2.8	4	Argille sabbiose e limose	19.8	24.6	220.41	26.18	16.37							245.48	0.45
3	19.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	21.2	59.6	1086.43	129.07	662.14	100	36.2	0.73	14	-0.5	55.21	1362.15	0.195
3.2	37.3	Sabbie con molti fossili / calcareniti	19.7	10.5			1098.62	100	39.3	0.82	15.4	-0.5	90.38	186.85	0.01
3.4	28.9	Sabbie addensate o cementate	20.8	8.5			854.46	100	37.9	0.78	15	-0.5	75.56	183.37	0.01
3.6	10.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.8	27.3	595.42	70.74	364.91	66.7	37.6	0.77	20.4	-0.4	37.65	812.55	0.24

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-6

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	3.8	Argille inorganiche molto compatte	20.2	16.8	208.37	24.75	15.47							232.08	0.45
4	29.3	Sabbie addensate o cementate	20.6	7.7			864.99	100	37.5	0.77	15.3	-0.5	79.43	206.81	0.01
4.2	37.3	Sabbie con molti fossili / calcareniti	20.2	8.7			1096.36	100	38.6	0.8	15.8	-0.5	95.82	227.26	0.01
4.4	33.8	Sabbie addensate o cementate	20.9	7.9			995.99	100	38	0.78	15.7	-0.5	90.11	229.46	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
c'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-6)

Prof.	Litologia	Dr _{med.}	Dr _{devst.}	Dr _{COV}	Par.s. _{med.}	Ey _{med.}	Ey _{devst.}	Ey _{COV}	fi' _{med.}	fi' _{devst.}	fi' _{COV}	fi' _{crit.}	tanfi' _{med.}	tanfi' _{devst.}	tanfi' _{COV}	tanfi' _{crit.}
<i>m</i>	...	%	%	...	...	MPa	MPa	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza															
0.6-0.8	Argille sabbiose e limose															
0.8-1.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	36.4	0	0	-0.2	9.96	0	0	35.6	0	0	35.6	0.72	0	0	0.72
1.0-2.6	Argille inorganiche molto compatte															
2.6-2.8	Argille sabbiose e limose															
2.8-3.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	100	0	0	-0.5	55.21	0	0	36.2	0	0	36.2	0.73	0	0	0.73
3.0-3.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	100	0	0	-0.5	90.38	0	0	39.3	0	0	39.3	0.82	0	0	0.82
3.2-3.4	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	75.56	0	0	37.9	0	0	37.9	0.78	0	0	0.78
3.4-3.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	66.7	0	0	-0.4	37.65	0	0	37.6	0	0	37.6	0.77	0	0	0.77
3.6-3.8	Argille inorganiche molto compatte															
3.8-4.0	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	79.43	0	0	37.5	0	0	37.5	0.77	0	0	0.77
4.0-4.4	Sabbie con molti fossili /	100	0	0	-0.5	92.96	2.85	0.03	38.3	0.3	0.01	36.6	0.79	0.01	0.01	0.75

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-6)

calcareniti & Sabbie addensate o cementate																	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prof.	Litologia	G _{0med.}	G _{0devst.}	G _{0COV}	M _{med.}	M _{devst.}	M _{COV}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst}	Pois. _{COV}						
<i>m</i>	...	MPa	MPa	...	MPa	MPa	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza	47.91	0	0	3.19	0	0	0.45	0	0						
0.6-0.8	Argille sabbiose e limose	120.5	0	0	8.03	0	0	0.45	0	0						
0.8-1.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	197.46	0	0	86.91	0	0	0.265	0	0						
1.0-2.6	Argille inorganiche molto compatte	168.47	12.38	0.07	11.23	0.83	0.07	0.45	0	0						
2.6-2.8	Argille sabbiose e limose	245.48	0	0	16.37	0	0	0.45	0	0						
2.8-3.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	1362.15	0	0	662.14	0	0	0.195	0	0						
3.0-3.2	Sabbie con molti fossili / calcareniti	186.85	0	0	1098.62	0	0	0.01	0	0						
3.2-3.4	Sabbie addensate o cementate	183.37	0	0	854.46	0	0	0.01	0	0						
3.4-3.6	Terreni limo sabbiosi:	812.55	0	0	364.91	0	0	0.24	0	0						

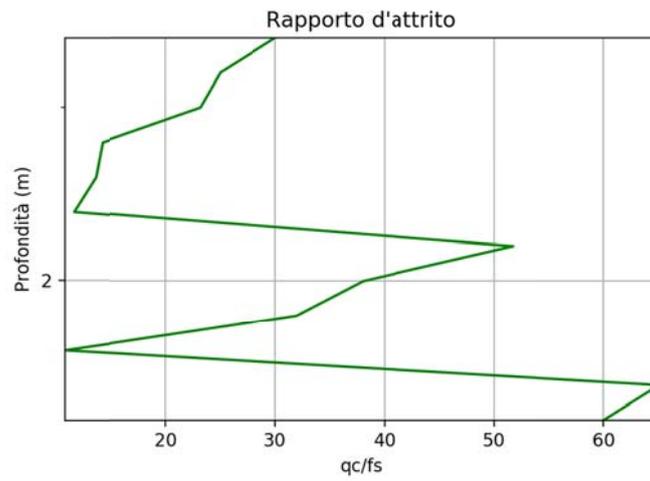
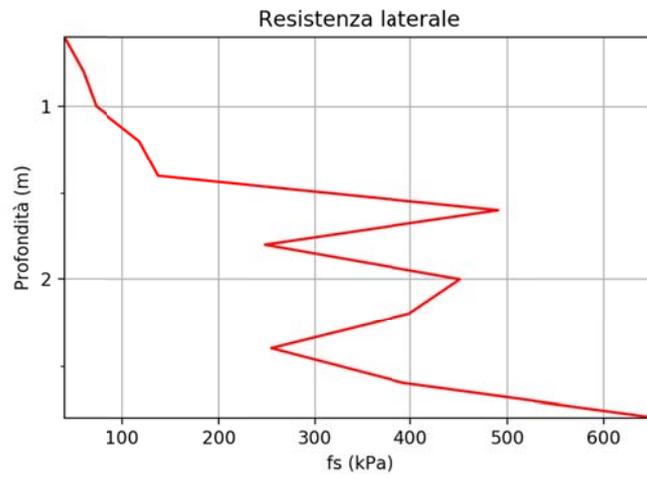
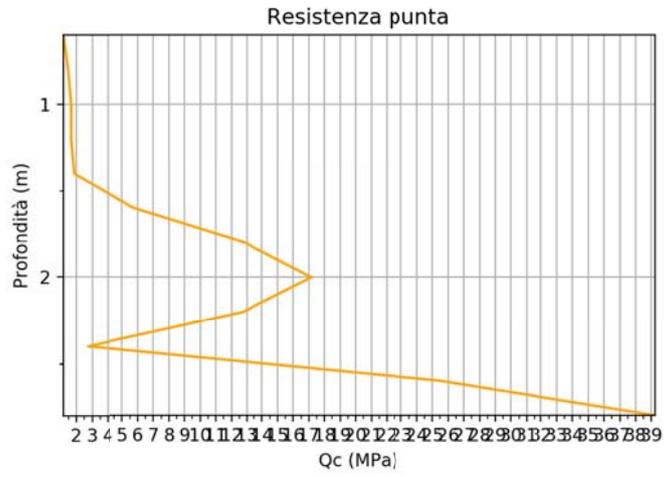
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-6)

	sabbie argillose e limi																
3.6-3.8	Argille inorganiche molto compatte	232.08	0	0	15.47	0	0	0.45	0	0							
3.8-4.0	Sabbie addensate o cementate	206.81	0	0	864.99	0	0	0.01	0	0							
4.0-4.4	Sabbie con molti fossili / calcareniti & Sabbie addensate o cementate	228.36	1.1	0	1046.18	50.18	0.05	0.01	0	0							

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-7



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-7

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par. s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	1.2	Argille sabbiose e limose	17.4	36.9	64.8	7.7	4.81							72.17	0.45
0.8	1.5	Argille inorganiche compatte	18	34.2	80.94	9.62	6.01							90.15	0.45
1	1.7	Argille inorganiche compatte	18.3	30.8	91.64	10.89	6.8							102.06	0.45
1.2	1.7	Argille organiche e terreni misti	19	25.3	91.42	10.86	6.79							101.82	0.45
1.4	1.9	Argille inorganiche molto compatte	19.2	23.9	102.1 1	12.13	7.58							113.72	0.45
1.6	5.7	Argille inorganiche molto compatte	20.9	63.3	314.3 5	37.35	23.34							350.11	0.45
1.8	12.8	Sabbie addensate o cementate	20.3	7.9			382.71	89.3	37.4	0.76	14.9	-0.5	35.3 8	94.88	0.01
2	17.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	21	79.2	951.3 3	113.0 2	580.86	100	36.6	0.74	13.1	-0.5	45.4 9	1170.0 5	0.18 5
2.2	12.7	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.8	53.2	705.9 3	83.86	431.89	83.9	37.7	0.77	16.4	-0.4	37	896.38	0.21
2.4	2.7	Argille inorganiche molto compatte	20	19.4	150	17.82	11.14							167.06	0.45
2.6	25.5	Sabbie addensate o cementate	21	9.4			755.04	100	37.9	0.78	14.3	-0.5	64.9 2	147.9	0.01
2.8	39.2	Sabbie addensate o cementate	21.6	11.7			1156.8 3	100	39.9	0.84	15.4	-0.5	92.1 1	174.24	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-7

M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-7)

Prof.	Litologia	PV _{nat.med}	PV _{nat.devst.}	PV _{nat.COV}	PV _{nat.crt.}	Q _{Cmed.}	Q _{Cdevst.}	Q _{CCOV}	C _{umed.}	C _{udevst.}	C _{uCOV}	C _{ucrt.}	c' _{med.}	c' _{devst.}	c' _{COV}	c' _{crt.}
<i>m</i>	...	<i>kN/mc</i>	<i>kN/mc</i>	...	<i>kN/mc</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	...	<i>kPa</i>
0.4-0.6	Argille sabbiose e limose	17.4	0	0	17.4	1.2	0	0	64.8	0	0	64.8	7.7	0	0	7.7
0.6-1.4	Argille inorganiche compatte	18.62	0.49	0.03	17.9	1.7	0.14	0.08	91.53	7.49	0.08	82.72	10.88	0.89	0.08	8.51
1.4-1.6	Argille inorganiche molto compatte	20.9	0	0	20.9	5.7	0	0	314.35	0	0	314.35	37.35	0	0	37.35
1.6-1.8	Sabbie addensate o cementate	20.3	0	0	20.3	12.8	0	0								
1.8-2.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.9	0.1	0	20.9	14.95	2.25	0.15	828.63	122.7	0.15	262.4	98.44	14.58	0.15	31.17
2.2-2.4	Argille inorganiche molto compatte	20	0	0	20	2.7	0	0	150	0	0	150	17.82	0	0	17.82
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	21.3	0.3	0.01	20.7	32.35	6.85	0.21								

Prof.	Litologia	Dr _{med.}	Dr _{devst.}	Dr _{COV}	Par.s. _{med.}	E _y _{med.}	E _y _{devst.}	E _y _{COV}	fi' _{med.}	fi' _{devst.}	fi' _{COV}	fi' _{crt.}	tanfi' _{med.}	tanfi' _{devst.}	tanfi' _{COV}	tanfi' _{crt.}
<i>m</i>	...	%	%	...	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.4-0.6	Argille sabbiose e limose															
0.6-1.4	Argille inorganiche compatte															
1.4-1.6	Argille inorganiche molto compatte															
1.6-1.8	Sabbie addensate o cementate	89.3	0	0	-0.5	35.38	0	0	37.4	0	0	37.4	0.76	0	0	0.76
1.8-2.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	91.95	8.05	0.09	-0.45	41.24	4.25	0.1	37.15	0.55	0.01	35.5	0.76	0.02	0.03	0.66

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-7)

2.2-2.4	Argille inorganiche molto compatte															
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	78.52	13.6	0.17	38.9	1	0.03	33.6	0.81	0.03	0.04	0.66

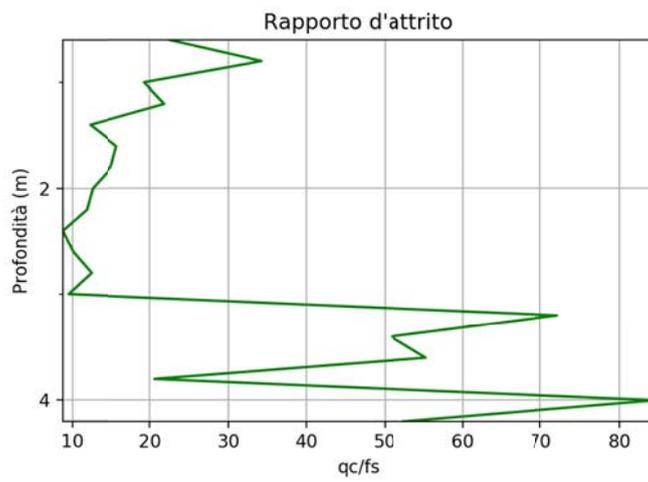
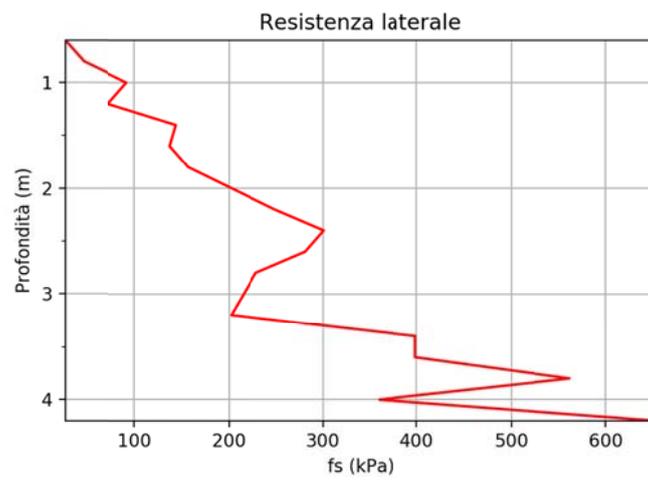
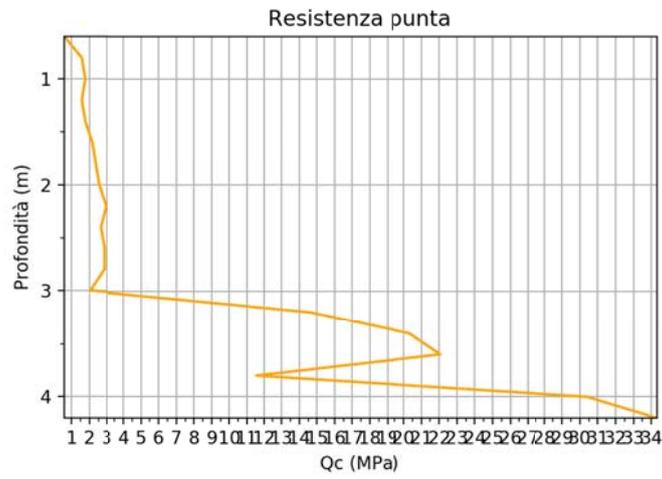
Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst.}	Pois. _{COV}						
<i>m</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille sabbiose e limose	72.17	0	0	4.81	0	0	0.45	0	0						
0.6-1.4	Argille inorganiche compatte	101.94	8.33	0.08	6.8	0.56	0.08	0.45	0	0						
1.4-1.6	Argille inorganiche molto compatte	350.11	0	0	23.34	0	0	0.45	0	0						
1.6-1.8	Sabbie addensate o cementate	94.88	0	0	382.71	0	0	0.01	0	0						
1.8-2.2	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	1033.21	136.83	0.13	506.38	74.49	0.15	0.2	0.01	0.05						
2.2-2.4	Argille inorganiche molto compatte	167.06	0	0	11.14	0	0	0.45	0	0						
2.4-2.8	Sabbie addensate o cementate	161.07	13.17	0.08	955.94	200.9	0.21	0.01	0	0						

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-7)

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-8



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-8

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	0.6	Argille inorganiche a media consistenza	16.6	19.2	32.14	3.82	2.39							35.79	0.45
0.8	1.6	Argille sabbiose e limose	17.7	38	86.42	10.27	6.42							96.25	0.45
1	1.8	Argille inorganiche compatte	18.6	33.5	97.11	11.54	7.21							108.16	0.45
1.2	1.6	Argille inorganiche compatte	18.3	24.5	86.01	10.22	6.39							95.79	0.45
1.4	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.2	23.2	96.69	11.49	7.18							107.69	0.45
1.6	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19.2	24.6	118.27	14.05	8.78							131.73	0.45
1.8	2.4	Argille inorganiche molto compatte	19.4	23.6	128.95	15.32	9.57							143.62	0.45
2	2.5	Argille inorganiche molto compatte	19.8	22.8	139.63	16.59	10.37							155.51	0.45
2.2	2.9	Argille inorganiche molto compatte	20	23.7	161.2	19.15	11.97							179.54	0.45
2.4	2.6	Argille inorganiche molto compatte	20.2	19.3	144.63	17.18	10.74							161.08	0.45
2.6	2.8	Argille inorganiche molto compatte	20.2	19	155.3	18.45	11.53							172.97	0.45
2.8	2.8	Argille inorganiche molto compatte	19.9	17.6	155.08	18.42	11.51							172.72	0.45
3	2.1	Argille inorganiche molto compatte	19.8	11.7	111.28	13.22	8.26							123.93	0.45
3.2	14.6	Sabbie addensate o cementate	20	5.5			433.92	83.6	37.5	0.77	17.2	-0.4	44.87	146.08	0.01
3.4	20.3	Sabbie addensate o cementate	20.9	6.7			601.3	100	36.1	0.73	14.3	-0.5	58.31	165.98	0.01
3.6	22.1	Sabbie addensate o cementate	21	6.8			652.95	100	36.4	0.74	14.5	-0.5	62.9	176.89	0.01

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-8

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	11.6	Argille sabbiose e limose	21.2	52	638.82	75.89	47.43							711.49	0.45
4	30.4	Sabbie addensate o cementate	20.9	7.9			896.56	100	37.7	0.77	15.3	-0.5	81.39	207.3	0.01
4.2	34.3	Sabbie addensate o cementate	21.6	8.3			1010.7	100	38.2	0.79	15.6	-0.5	89.93	221.74	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-8)

	sabbiose e limose															
3.8-4.2	Sabbie addensate o cementate	100	0	0	-0.5	85.66	4.27	0.05	37.95	0.25	0.01	36.2	0.78	0.01	0.01	0.74

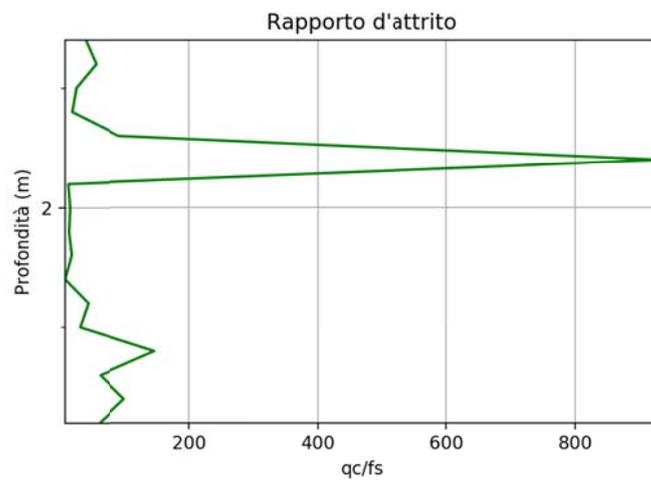
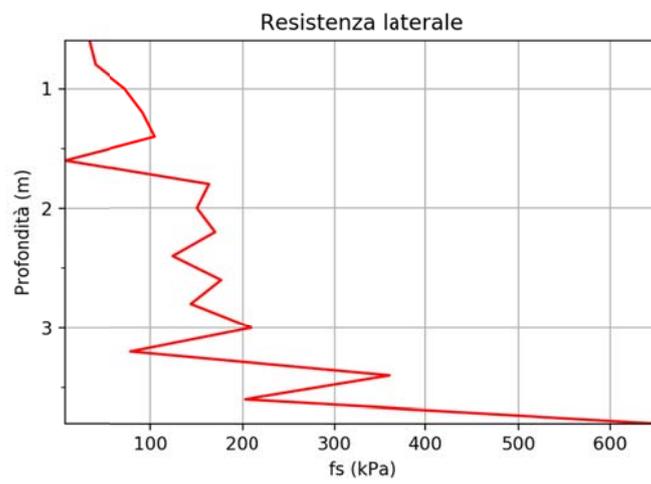
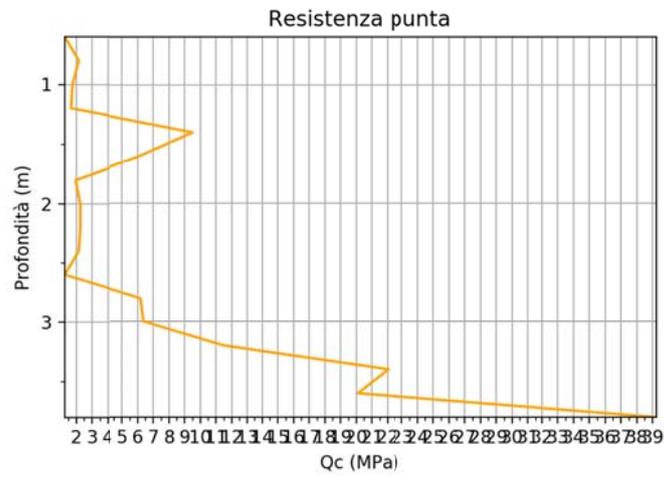
Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	Pois.med.	Pois.devst	Pois.cov						
<i>m</i>	...	MPa	MPa	...	MPa	MPa	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille inorganiche a media consistenza	35.79	0	0	2.39	0	0	0.45	0	0						
0.6-0.8	Argille sabbiose e limose	96.25	0	0	6.42	0	0	0.45	0	0						
0.8-1.4	Argille inorganiche compatte	103.88	5.72	0.06	6.93	0.38	0.05	0.45	0	0						
1.4-3.0	Argille inorganiche molto compatte	155.14	19.08	0.12	10.34	1.27	0.12	0.45	0	0						
3.0-3.6	Sabbie addensate o cementate	162.98	12.76	0.08	562.72	93.49	0.17	0.01	0	0						
3.6-3.8	Argille sabbiose e limose	711.49	0	0	47.43	0	0	0.45	0	0						
3.8-4.2	Sabbie addensate o cementate	214.52	7.22	0.03	953.63	57.07	0.06	0.01	0	0						

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-8)

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-10



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-10

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/mc</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	39.2	Sabbie addensate o cementate	21.6	9.9			1154.65	100	39.2	0.82	15.7	-0.5	96.89	209.67	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coazione non drenata
C'	Coazione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-10)

Prof.	Litologia	PV _{nat.med}	PV _{nat.devst.}	PV _{nat.COV}	PV _{nat.crt.}	Q _{Cmed.}	Q _{Cdevst.}	Q _{CCOV}	C _{umed.}	C _{udevst.}	C _{uCOV}	C _{ucrt.}	c' _{med.}	c' _{devst.}	c' _{COV}	c' _{crt.}
<i>m</i>	...	kN/mc	kN/mc	...	kN/mc	MPa	MPa	...	kPa	kPa	...	kPa	kPa	kPa	...	kPa
0.4-0.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	17.2	0	0	17.2	1.3	0	0	70.25	0	0	70.25	8.35	0	0	8.35
0.6-0.8	Sabbie	17.5	0	0	17.5	2.2	0	0								
0.8-1.2	Argille sabbiose e limose & Argille inorganiche compatte	18.45	0.15	0.01	18	1.75	0.05	0.03	94.27	2.83	0.03	86.93	11.2	0.34	0.03	9.67
1.2-1.4	Sabbie	19.2	0	0	19.2	9.5	0	0								
1.4-1.6	Sabbie con molti fossili / calcareniti	15	0	0	15	6.1	0	0								
1.6-2.4	Argille inorganiche molto compatte	19.32	0.19	0.01	19.1	2.2	0.12	0.05	117.76	6.54	0.06	109.26	13.99	0.78	0.06	11.71
2.4-2.6	Argille organiche e terreni misti	19.4	0	0	19.4	1.3	0	0	68.19	0	0	68.19	8.1	0	0	8.1
2.6-3.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	19.65	0.25	0.01	19.1	6.3	0.1	0.02	345.72	5.34	0.02	327.79	41.08	0.64	0.02	37.34
3.0-3.8	Sabbie addensate o cementate	20.33	1.03	0.05	19.1	23.22	10.05	0.43								

Prof.	Litologia	Dr _{med.}	Dr _{devst.}	Dr _{COV}	Par.s. _{med.}	Ey _{med.}	Ey _{devst.}	Ey _{COV}	fi' _{med.}	fi' _{devst.}	fi' _{COV}	fi' _{crt.}	tanfi' _{med.}	tanfi' _{devst.}	tanfi' _{COV}	tanfi' _{crt.}
<i>m</i>	...	%	%	...	...	MPa	MPa	...	°	°	...	°	...	...	...	...
0.4-0.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	25	0	0	-0.2	5.3	0	0	33.7	0	0	33.7	0.67	0	0	0.67
0.6-0.8	Sabbie	34.8	0	0	-0.2	8.23	0	0	35.4	0	0	35.4	0.71	0	0	0.71
0.8-1.2	Argille sabbiose e limose & Argille inorganiche compatte															
1.2-1.4	Sabbie	79.7	0	0	-0.5	26.26	0	0	38.1	0	0	38.1	0.78	0	0	0.78

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-10)

1.4-1.6	Sabbie con molti fossili / calcareniti	58	0	0	-0.4	19.29	0	0	37.7	0	0	37.7	0.77	0	0	0.77
1.6-2.4	Argille inorganiche molto compatte															
2.4-2.6	Argille organiche e terreni misti															
2.6-3.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	50.05	0.05	0	-0.3	24.06	0.55	0.02	36.8	0.1	0	36.8	0.75	0	0	0.75
3.0-3.8	Sabbie addensate o cementate	92.98	12	0.13	-0.45	63.59	21.35	0.34	37.42	1.23	0.03	34.4	0.77	0.04	0.05	0.67

Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	Pois. _{med.}	Pois. _{devst.}	Pois. _{COV}						
<i>m</i>	...	MPa	MPa	...	MPa	MPa	...	...	...	...		
0.4-0.6	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	102.12	0	0	43.51	0	0	0.28	0	0						
0.6-0.8	Sabbie	33.21	0	0	64.74	0	0	0.09	0	0						
0.8-1.2	Argille sabbiose e limose & Argille inorganiche compatte	104.99	3.15	0.03	7	0.21	0.03	0.45	0	0						
1.2-1.4	Sabbie	72.09	0	0	284.03	0	0	0.01	0	0						
1.4-1.6	Sabbie con molti fossili / calcareniti	69.61	0	0	181.77	0	0	0.04	0	0						
1.6-2.4	Argille inorganiche molto compatte	131.16	7.29	0.06	8.75	0.49	0.06	0.45	0	0						

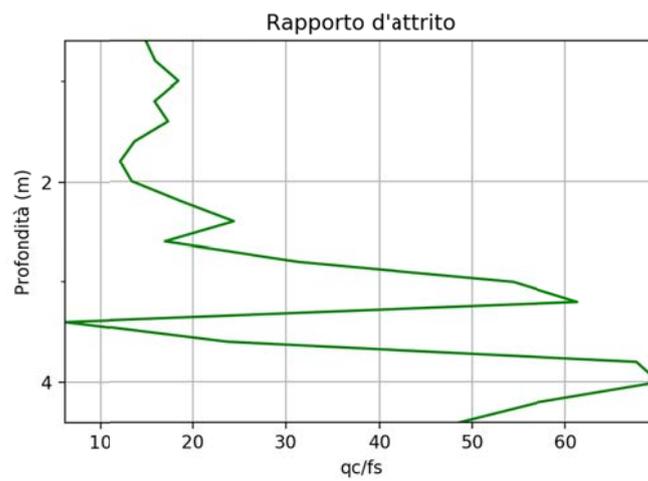
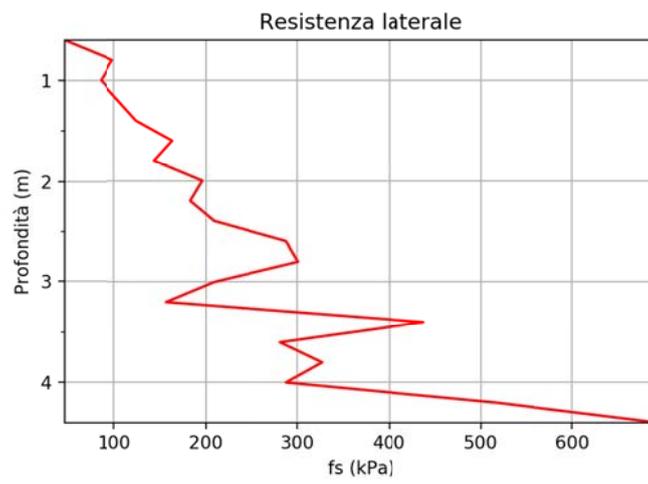
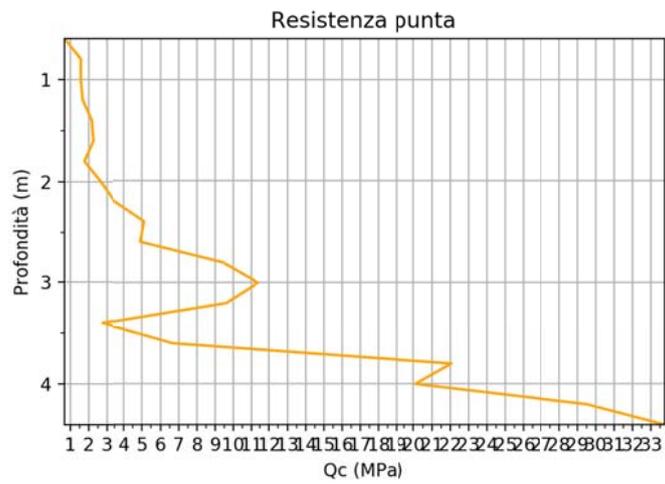
Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-10)

2.4-2.6	Argille organiche e terreni misti	75.95	0	0	5.06	0	0	0.45	0	0						
2.6-3.0	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	493.57	9.13	0.02	212.92	3.29	0.02	0.26	0	0						
3.0-3.8	Sabbie addensate o cementate	170.48	26.39	0.15	686.14	294.86	0.43	0.01	0	0						

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

Diagrammi penetrometrici CPTm-11



Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-11

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
0.6	0.7	Argille organiche e terreni misti	17.5	21.2	37.55	4.46	2.79							41.83	0.45
0.8	1.6	Argille inorganiche molto compatte	18.7	36	86.38	10.26	6.41							96.2	0.45
1	1.6	Argille inorganiche compatte	18.6	28.5	86.17	10.24	6.4							95.97	0.45
1.2	1.7	Argille inorganiche molto compatte	18.8	25	91.41	10.86	6.79							101.81	0.45
1.4	2.2	Argille inorganiche molto compatte	19	27.6	118.44	14.07	8.79							131.91	0.45
1.6	2.3	Argille inorganiche molto compatte	19.4	25	123.67	14.69	9.18							137.74	0.45
1.8	1.8	Argille inorganiche molto compatte	19.2	17.2	96.22	11.43	7.14							107.16	0.45
2	2.6	Argille inorganiche molto compatte	19.7	23.2	145.03	17.23	10.77							161.53	0.45
2.2	3.4	Argille inorganiche molto compatte	19.7	27.2	188.4	22.38	13.99							209.83	0.45
2.4	5.1	Argille sabbiose e limose	19.9	37	280.8	33.36	20.85							312.74	0.45
2.6	4.9	Argille inorganiche molto compatte	20.2	32.6	269.68	32.04	20.02							300.35	0.45
2.8	9.4	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	20.4	31.1	520.06	61.78	319	65.3	37.8	0.78	20.2	-0.4	31.56	699.28	0.24
3	11.4	Sabbie addensate o cementate	20	4.7			338.38	72.3	37.9	0.78	19.1	-0.4	36.86	132.24	0.01
3.2	9.6	Sabbie	19.7	3.9			286.05	63.9	37.7	0.77	20.7	-0.4	33.48	132.65	0.03
3.4	2.7	Argille inorganiche molto compatte	20.6	13.6	148.92	17.69	11.06							165.86	0.45
3.6	6.7	Argille sabbiose e limose	20.3	31.4	366.62	43.55	27.22							408.32	0.45

Parametri geotecnici per passo strumentale – CPTm-11

Prof.	Qc	Litologia	PV _{nat.}	OCR	Cu	c'	M	Dr	fi'	tanfi'	fi _{cv}	Par.s.	Ey	G ₀	Pois.
<i>m</i>	<i>MPa</i>	...	<i>kN/m_c</i>	...	<i>kPa</i>	<i>kPa</i>	<i>MPa</i>	%	°	...	°	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...
3.8	22.1	Sabbie addensate o cementate	20.7	6.5			652.71	100	36.3	0.73	14.7	-0.5	63.77	184.99	0.01
4	20.1	Sabbie addensate o cementate	20.5	5.9			594.94	96.4	36.3	0.73	15.4	-0.4	60.44	187.53	0.01
4.2	29.5	Sabbie addensate o cementate	21.3	7.5			870.44	100	37.4	0.76	15.4	-0.5	80.49	214.07	0.01
4.4	33.7	Sabbie addensate o cementate	21.6	7.9			993.14	100	38	0.78	15.7	-0.5	89.91	229.22	0.01

Legenda

Prof.	Profondità in metri dal piano campagna
Qc	Resistenza alla punta
PV _{nat.}	Peso di volume naturale
OCR	Grado di sovraconsolidazione
Cu	Coesione non drenata
c'	Coesione efficace
M	Modulo edometrico
Dr	Densità relativa
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente dell'angolo d'attrito interno di picco
fi _{cv}	Angolo d'attrito interno a volume costante
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
Ey	Modulo elastico (di Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
Pois.	Coefficiente di Poisson

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-11)

	molto compatte															
2.2-2.4	Argille sabbiose e limose															
2.4-2.6	Argille inorganiche molto compatte															
2.6-2.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	65.3	0	0	-0.4	31.56	0	0	37.8	0	0	37.8	0.78	0	0	0.78
2.8-3.0	Sabbie addensate o cementate	72.3	0	0	-0.4	36.86	0	0	37.9	0	0	37.9	0.78	0	0	0.78
3.0-3.2	Sabbie	63.9	0	0	-0.4	33.48	0	0	37.7	0	0	37.7	0.77	0	0	0.77
3.2-3.4	Argille inorganiche molto compatte															
3.4-3.6	Argille sabbiose e limose															
3.6-4.4	Sabbie addensate o cementate	99.1	1.56	0.02	-0.48	73.65	12.08	0.16	37	0.73	0.02	35	0.75	0.02	0.03	0.69

Prof.	Litologia	$G_{0med.}$	$G_{0devst.}$	G_{0COV}	$M_{med.}$	$M_{devst.}$	M_{COV}	Pois.med.	Pois.devst	Pois.cov						
<i>m</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	...	...	...	...		
0.4-0.6	Argille organiche e terreni misti	41.83	0	0	2.79	0	0	0.45	0	0						
0.6-1.2	Argille inorganiche molto compatte	97.99	2.7	0.03	6.53	0.18	0.03	0.45	0	0						
1.2-2.2	Argille inorganiche molto compatte	149.63	34.71	0.23	9.97	2.32	0.23	0.45	0	0						

Discretizzazione litostratigrafica e geotecnica: valori medi e caratteristici dei principali parametri geotecnici (CPTm-11)

2.2-2.4	Argille sabbiose e limose	312.74	0	0	20.85	0	0	0.45	0	0						
2.4-2.6	Argille inorganiche molto compatte	300.35	0	0	20.02	0	0	0.45	0	0						
2.6-2.8	Terreni limo sabbiosi: sabbie argillose e limi	699.28	0	0	319	0	0	0.24	0	0						
2.8-3.0	Sabbie addensate o cementate	132.24	0	0	338.38	0	0	0.01	0	0						
3.0-3.2	Sabbie	132.65	0	0	286.05	0	0	0.03	0	0						
3.2-3.4	Argille inorganiche molto compatte	165.86	0	0	11.06	0	0	0.45	0	0						
3.4-3.6	Argille sabbiose e limose	408.32	0	0	27.22	0	0	0.45	0	0						
3.6-4.4	Sabbie addensate o cementate	203.95	18.51	0.09	777.81	161.28	0.21	0.01	0	0						

Legenda

Prof.	Profondità dal piano campagna
PV	Peso di volume naturale
Qc	Resistenza alla punta
Cu	Coesione non drenata
C'	Coesione efficace
Dr	Densità relativa
Par.s.	Parametro di stato per le sabbie
fi'	Angolo d'attrito interno di picco
tanfi'	Tangente angolo d'attrito interno di picco
Ey	Modulo elastico (Young)
G ₀	Modulo di taglio a piccole deformazioni
M	Modulo edometrico
Poiss	Coefficiente di Poisson
med.	Valore medio
devst.	Deviazione standard
COV	Coefficiente di variazione
crt.	Valore caratteristico

ALLEGATO 4

**Indagini geofisiche d'archivio
(2 MASW)**

Risultati winMASW 3.0: principali dati

Per ulteriori dati risultanti delle analisi svolte vedi il file "winMASW_report.txt".

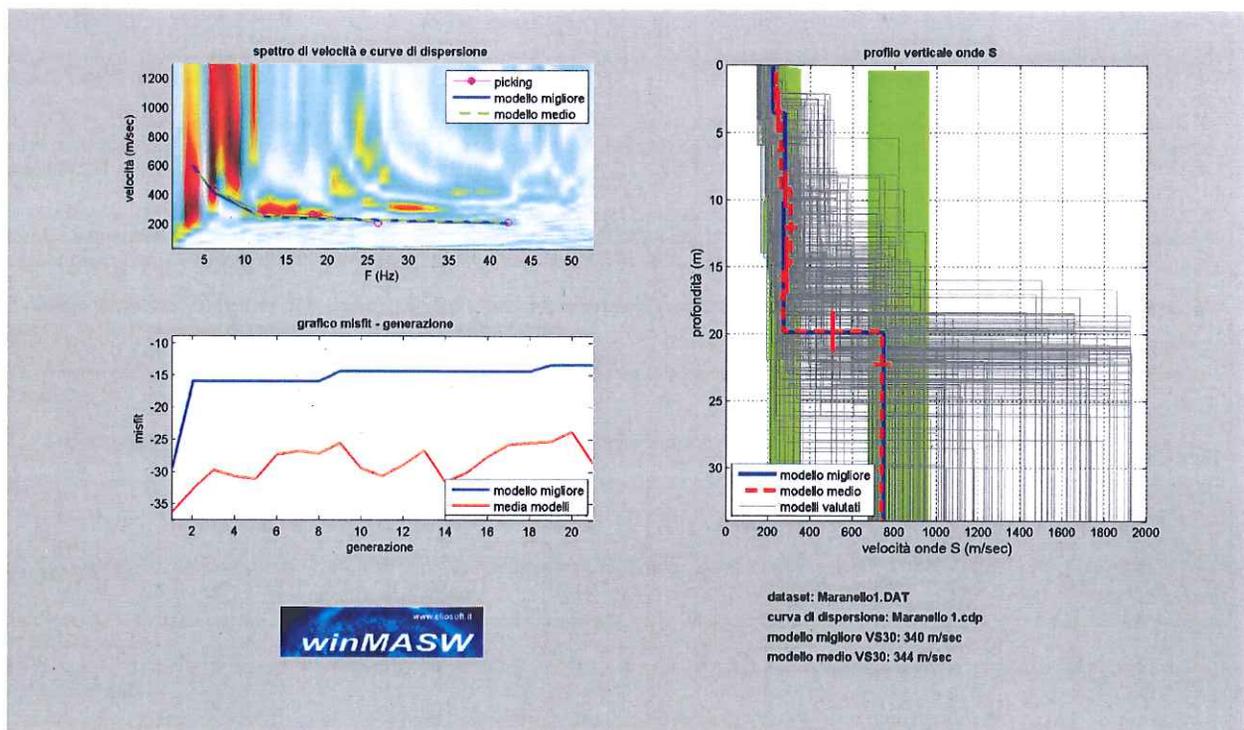
www.eliosoft.it

Data: 25 3 2009

Ora: 10 1

Dataset: Maranello1.DAT

Curva analizzata: Maranello 1.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 236, 260, 307, 271, 742

Deviazioni Standard (m/sec): 12, 18, 29, 13, 41

Spessori (m): 3.5, 5.7, 5.7, 4.9

Deviazioni Standard (m): 1.5, 1.3, 2.1, 1.5

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/sec): 483, 616, 588, 600, 1402

Stima densità (gr/cm3): 1.88, 1.94, 1.93, 1.93, 2.14

Stima modulo di Poisson: 0.34, 0.39, 0.31, 0.37, 0.31

Stima modulo di taglio (MPa): 105, 131, 181, 142, 1176

Stima modulo di compressione (MPa): 299, 560, 424, 506, 2630

Stima modulo di Young (MPa): 281, 364, 476, 389, 3070

Stima modulo di Lamé (MPa): 229, 473, 303, 411, 1846

VS30 (m/sec): 344

Possibile Tipo di Suolo: C

ATTENZIONE

La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa e del profilo verticale VS.

Dalla normativa:

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < \text{NSPT} < 50$, 70 D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($\text{PI} > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

winMASW 3.0

Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

www.eliosoft.it

Risultati winMASW 3.0: principali dati

Per ulteriori dati risultanti delle analisi svolte vedi il file "winMASW_report.txt".

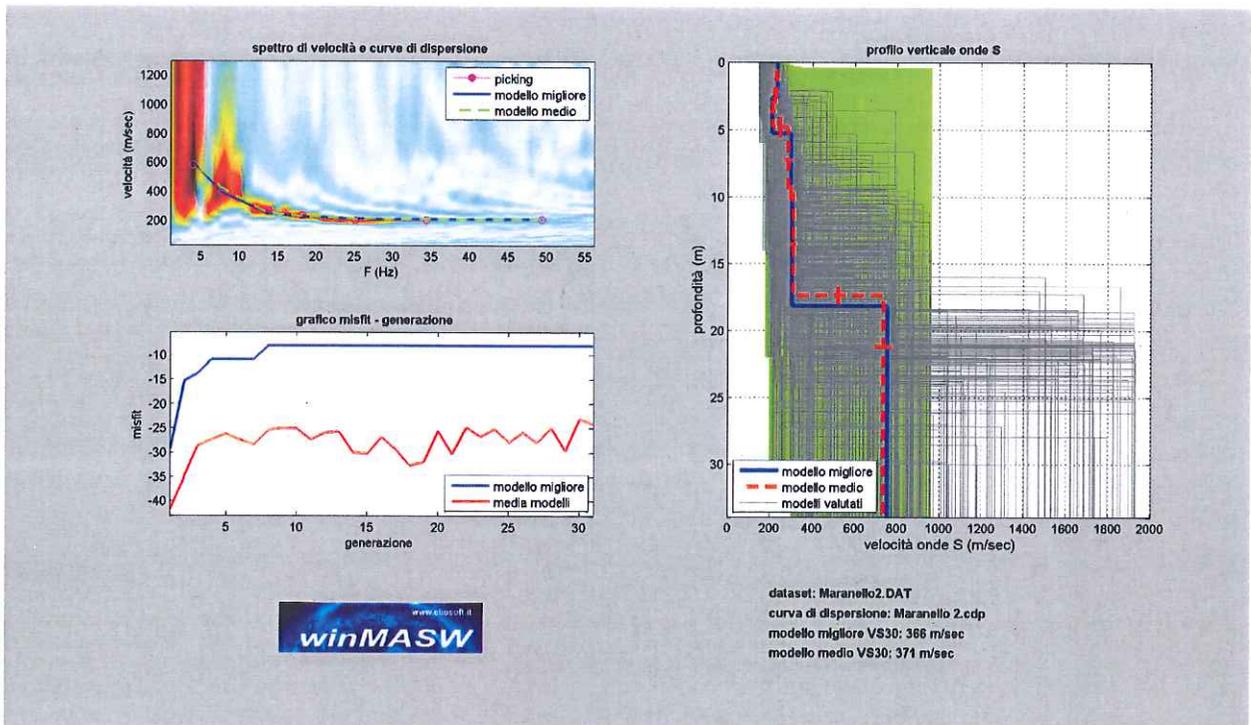
www.eliosoft.it

Data: 25 3 2009

Ora: 8 25

Dataset: Maranello2.DAT

Curva analizzata: Maranello 2.cdp



Modello medio

VS (m/sec): 232, 212, 285, 310, 736

Deviazioni Standard (m/sec): 10, 14, 21, 13, 39

Spessori (m): 2.5, 2.4, 4.8, 7.7

Deviazioni Standard (m): 0.6, 0.8, 0.6, 0.7

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/sec): 504, 448, 640, 669, 1404

Stima densità (gr/cm3): 1.89, 1.86, 1.95, 1.96, 2.14

Stima modulo di Poisson: 0.37, 0.36, 0.38, 0.36, 0.31

Stima modulo di taglio (MPa): 102, 84, 158, 188, 1157

Stima modulo di compressione (MPa): 344, 262, 586, 625, 2668

Stima modulo di Young (MPa): 278, 227, 435, 513, 3033

Stima modulo di Lamé (MPa): 276, 206, 481, 500, 1897

VS30 (m/sec): 371

Possibile Tipo di Suolo: B

ATTENZIONE

La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa e del profilo verticale VS.

Dalla normativa:

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

winMASW 3.0

Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

www.eliosoft.it