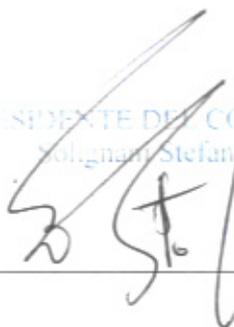


PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI MARANELLO

**VARIANTE AL PSC DEL COMUNE
DI MARANELLO
AREA VIA TREBBO
(ART. 18 L.R./2000 NR.20)**

**RELAZIONE GEOLOGICA
GEOTECNICA E SISMICA**

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO
Molignani Stefano



IL SEGRETARIO GENERALE
Motoletto dott.ssa Anna Maria



Committente:

GRUPPO CERAMICHE RICCHETTI S.p.A.

aTEAM
progetti sostenibili

DOTT. GEOL. VALERIANO FRANCHI
Via Caduti in Guerra 1, 41100 Modena
TEL. 059/226540 FAX. 059/4398943
e-mail: valerianofranchi@tin.it



DICEMBRE 2013

INDICE CONTENUTI

1.	Premessa	2
2.	Inquadramento geografico	3
3.	Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico.....	6
3.1.	Lineamenti geologici e stratigrafici	6
4.	Indagini geognostiche e modello geologico-geotecnico.....	17
4.1.	Dati stratigrafici e geotecnici.....	17
4.2.	Sismica.....	17
4.3.	Definizione dei fattori di amplificazione sismica (DAL RER 112/2007)	25
5.	Progetto di variante	26
6.	Sintesi dell'analisi dei dati raccolti e conclusioni	28

1. PREMESSA

Su incarico della proprietà, si è provveduto alla stesura della presente relazione geologica, geotecnica e sismica inerente l'area di "via Trebbo", in Comune di Maranello (MO), in cui il vigente PSC individua un ambito destinato a piattaforma logistica ed un ambito ad alta vocazione produttiva agricola, e sulla quale il progetto di Variante al PSC, prevede l'estensione dell'ambito con prevalenza di attività industriali adiacente all'area in esame lungo il suo perimetro meridionale, in cui sono attualmente presenti stabilimenti del Gruppo Ceramiche Ricchetti S.p.A.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia, DM 11.03.1988, con riferimento specifico agli aspetti sismici come da DAL RER 112/2007 e DM 14.01.2008.

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

Per la caratterizzazione litostratigrafia e geotecnica dei terreni di sottofondazione, 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 DAL RER 112/2007, 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
- Indagini geognostiche e modello geologico-geotecnico
- Indagine sismica
- Descrizione del progetto
- Sintesi dell'analisi dei dati raccolti e conclusioni

ALLEGATI

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata, sulla quale è prevista l'estensione dell'ambito con prevalenza di attività industriali, 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 $13,8^{\circ}\text{C}^1$, pari, rispettivamente, ad una variazione di +11 mm e $+0,9^{\circ}\text{C}$ rispetto al periodo 1961-1990.

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).

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

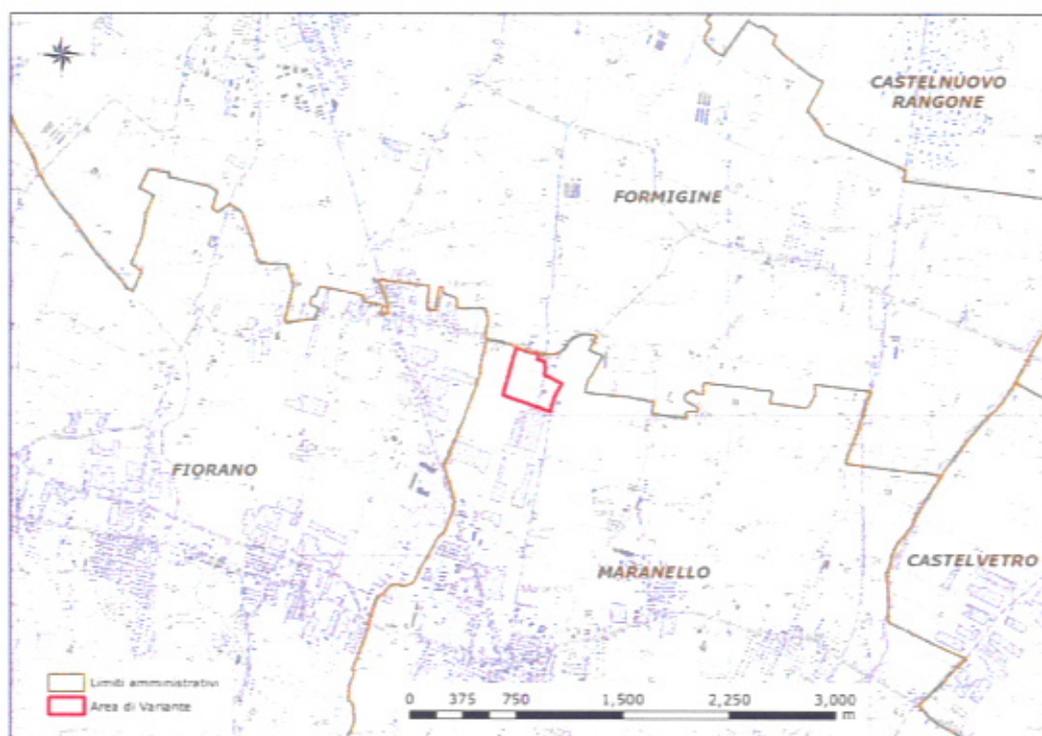


Figura 1 - Inquadramento geografico su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:25.000 – Tavola nr. 219NE denominata "Formigine". (Con il poligono rosso l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC)



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)

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1. Lineamenti geologici e stratigrafici

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 Subsystema 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 alla 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 219070 "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).

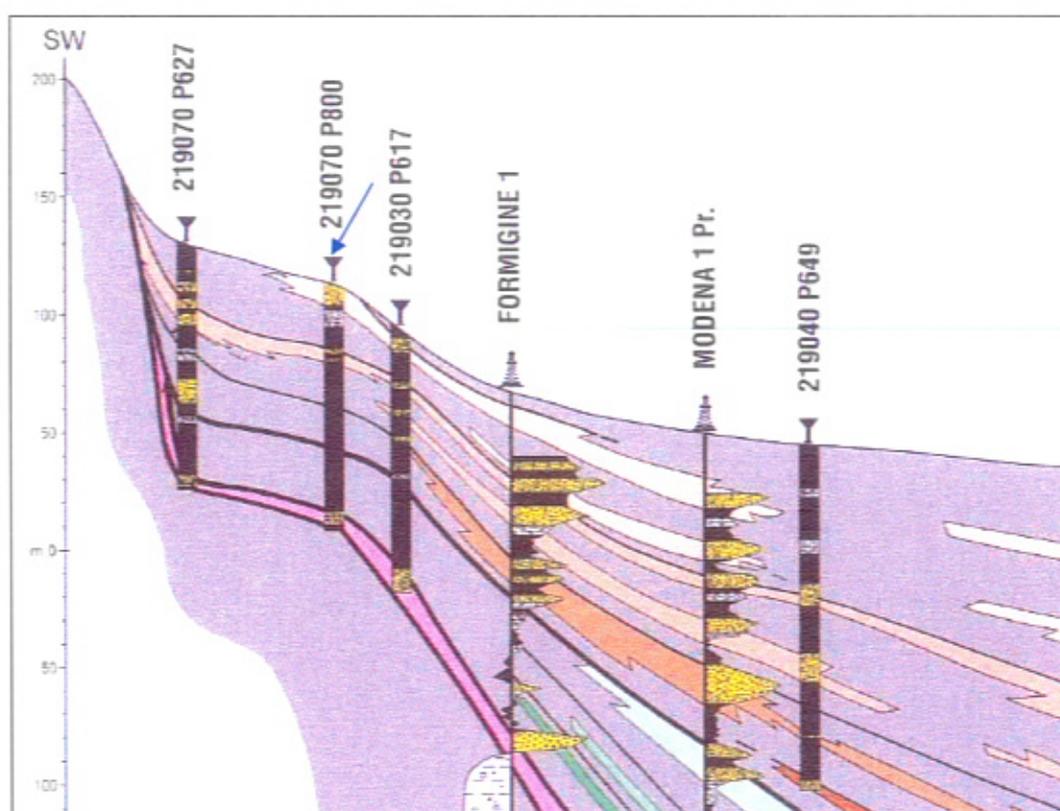


Figura 5 - Sezione n. 027 – Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna². La freccia blu indica l'ubicazione di massima dell'area d'indagine. Parte della traccia di sezione è indicata in Figura 7.

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

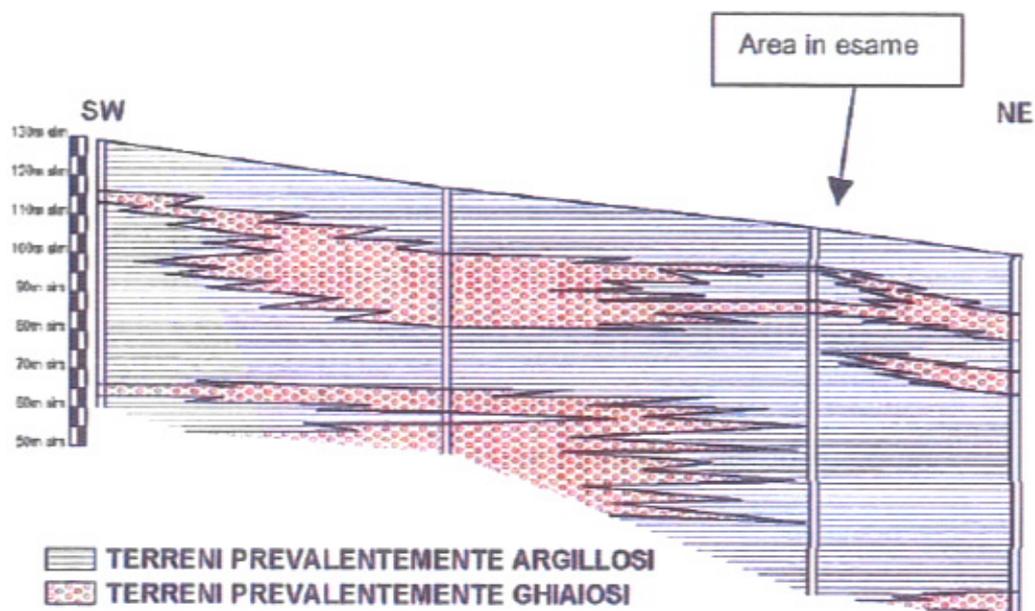


Figura 6 - Sezione geologica estratta dalla relazione ambientale a cura di ISO-STUDIO (2009). La traccia della sezione è visibile in Figura 8.

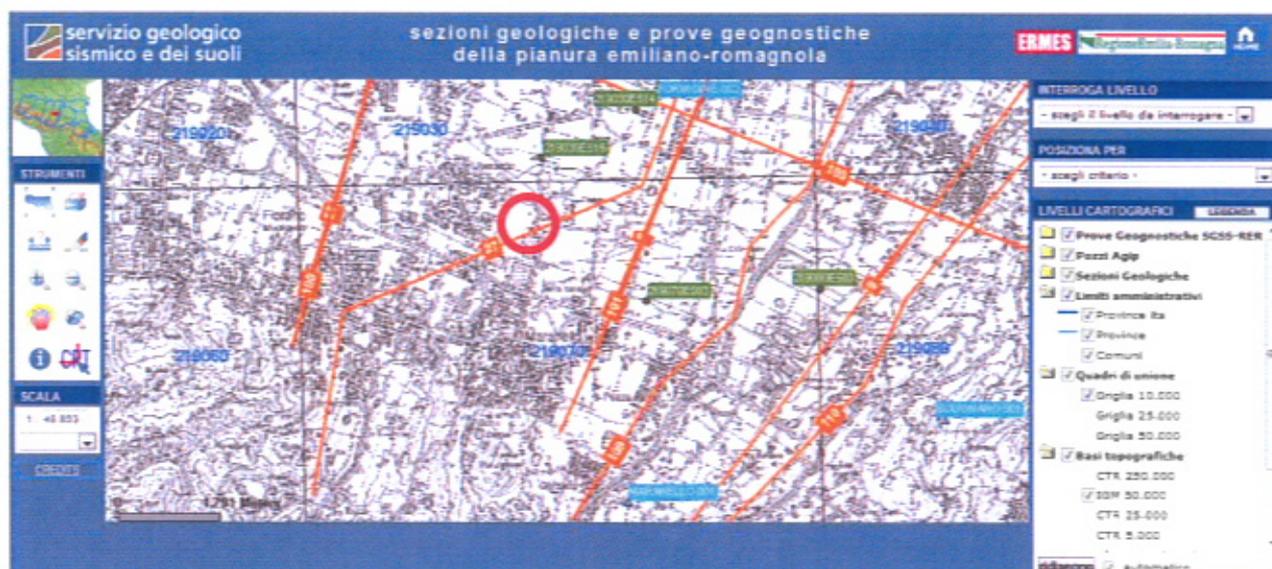


Figura 7 – Porzione della traccia di sezione nr. 027. Estratto Carta web delle sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano-romagnola. Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna. Con il cerchio rosso l'area d'intervento.



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).

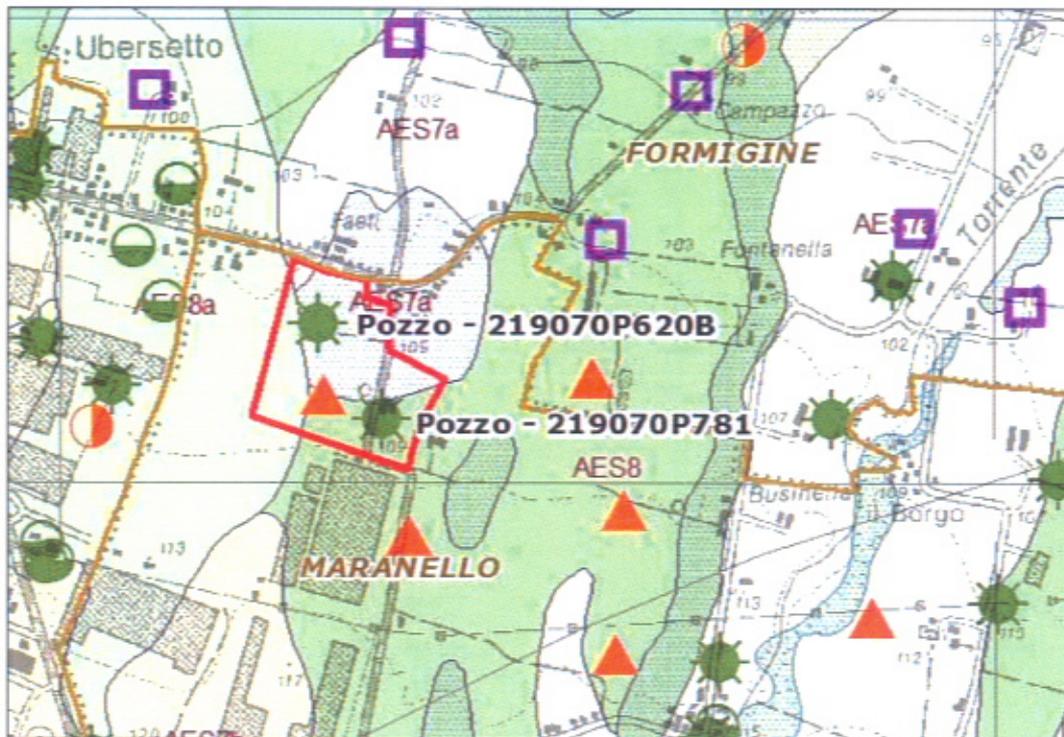


Figura 9 – Sondaggi geognostici della banca dati regionale presenti all'interno ed in prossimità dell'area d'indagine, identificata col poligono rosso.

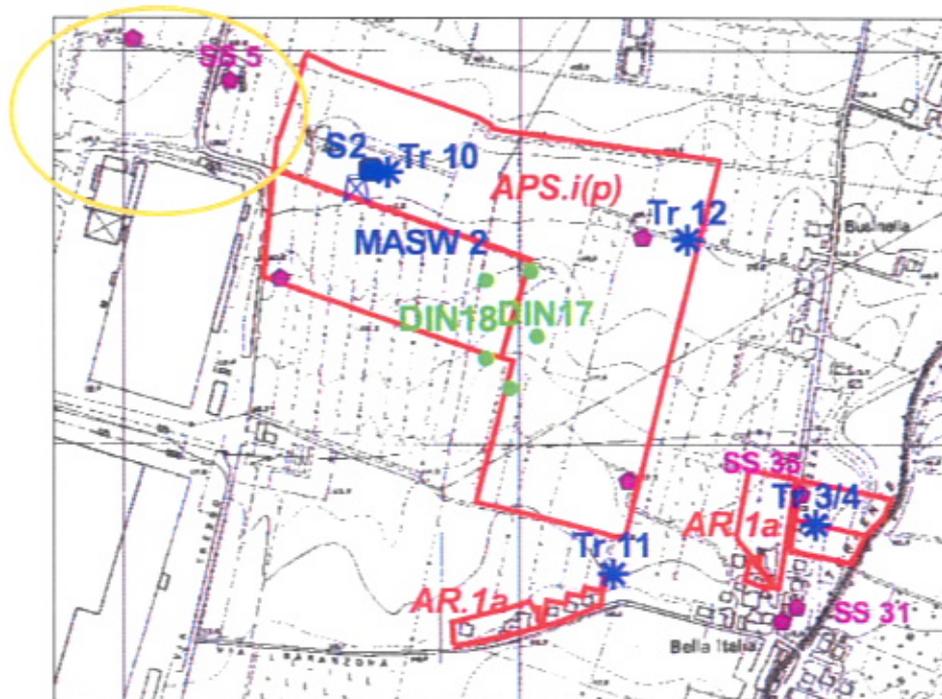


Figura 10 – Ubicazione dei sondaggi geognostici d'archivio, ed effettuati in occasione dell'analisi di risposta sismica locale per il primo POC dallo Studio Viel & Sangiorgi. (L'area oggetto del presente studio è individuata (nella sua porzione sud-orientale) dall'ellisse arancione)

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.

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).

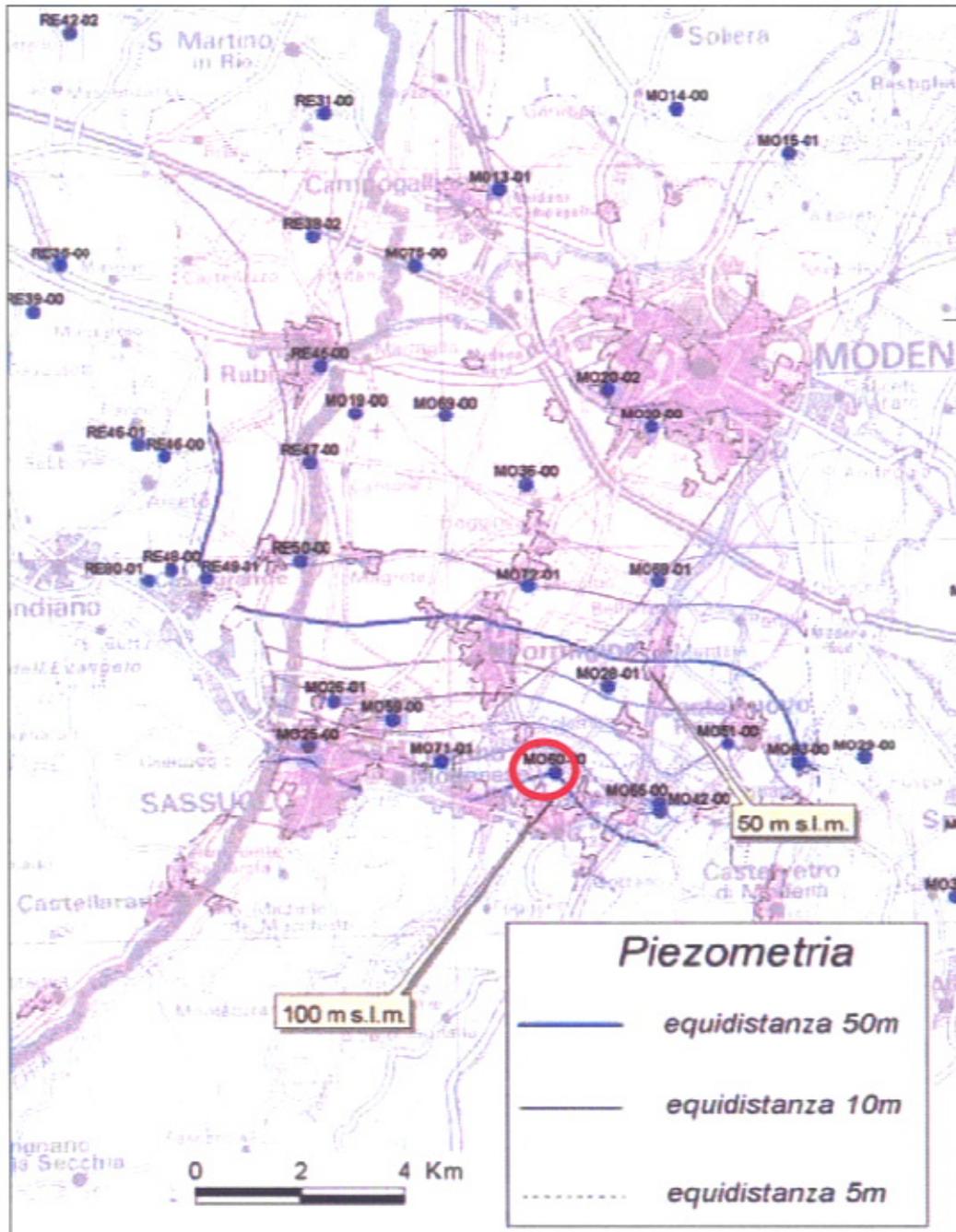


Figura 12 - Carta della piezometria delle conoidi alluvionali di Secchia e Tiepido. Da: Fava, A., Farina, M. e Marcaccio, M. (a cura di) (2005) – “Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna – Report 2003”. Regione Emilia-Romagna – Arpa. (Il cerchio rosso individua l’area in esame)

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).

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.

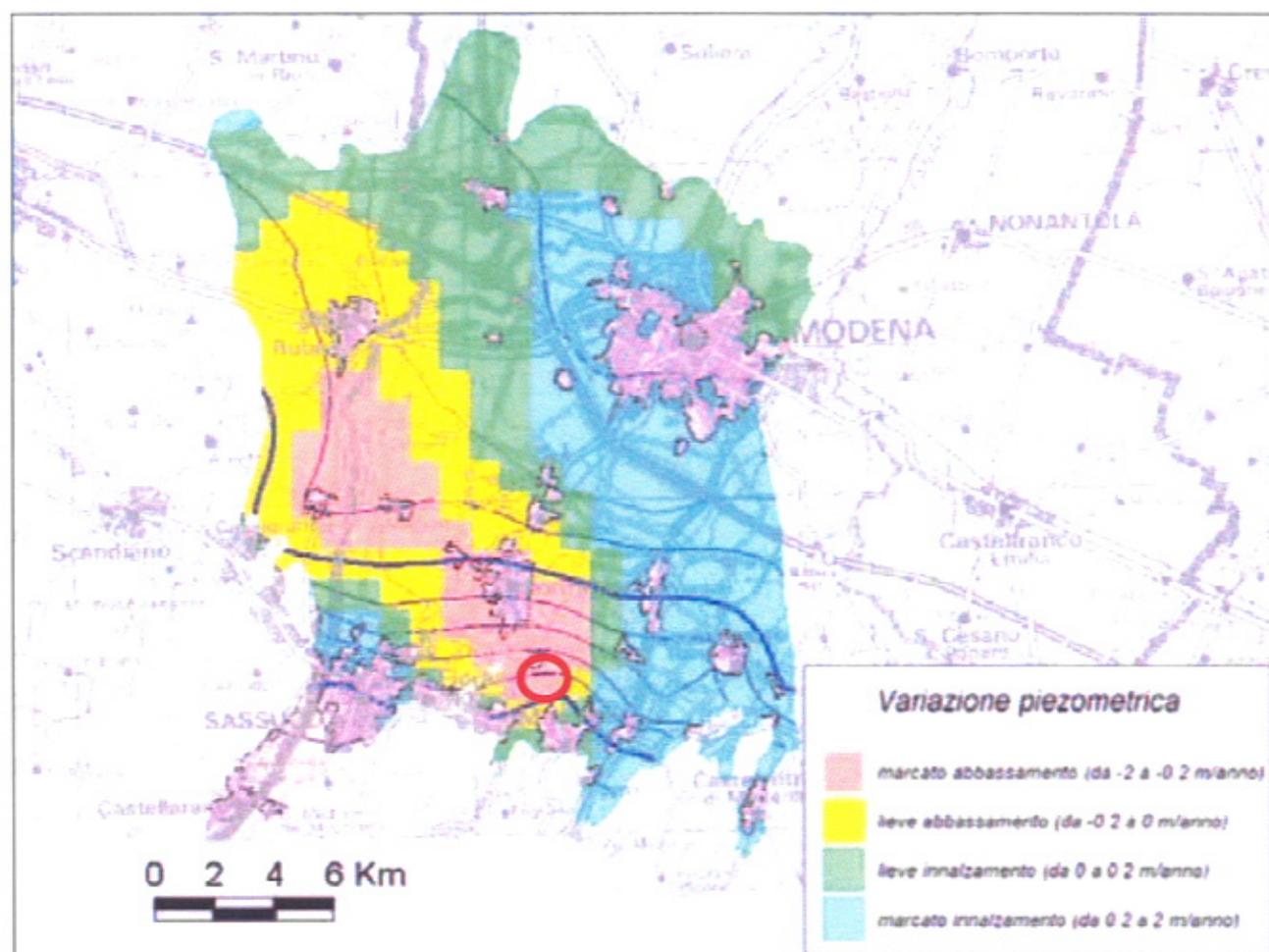


Figura 13 - Carta della variazione piezometrica - trend medio 1976-2002. Da: Fava, A., Farina, M. e Marcaccio, M. (a cura di) (2005) – “Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna – Report 2003”. Regione Emilia-Romagna – Arpa. (Il cerchio rosso individua l'area in esame)

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.

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.

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.

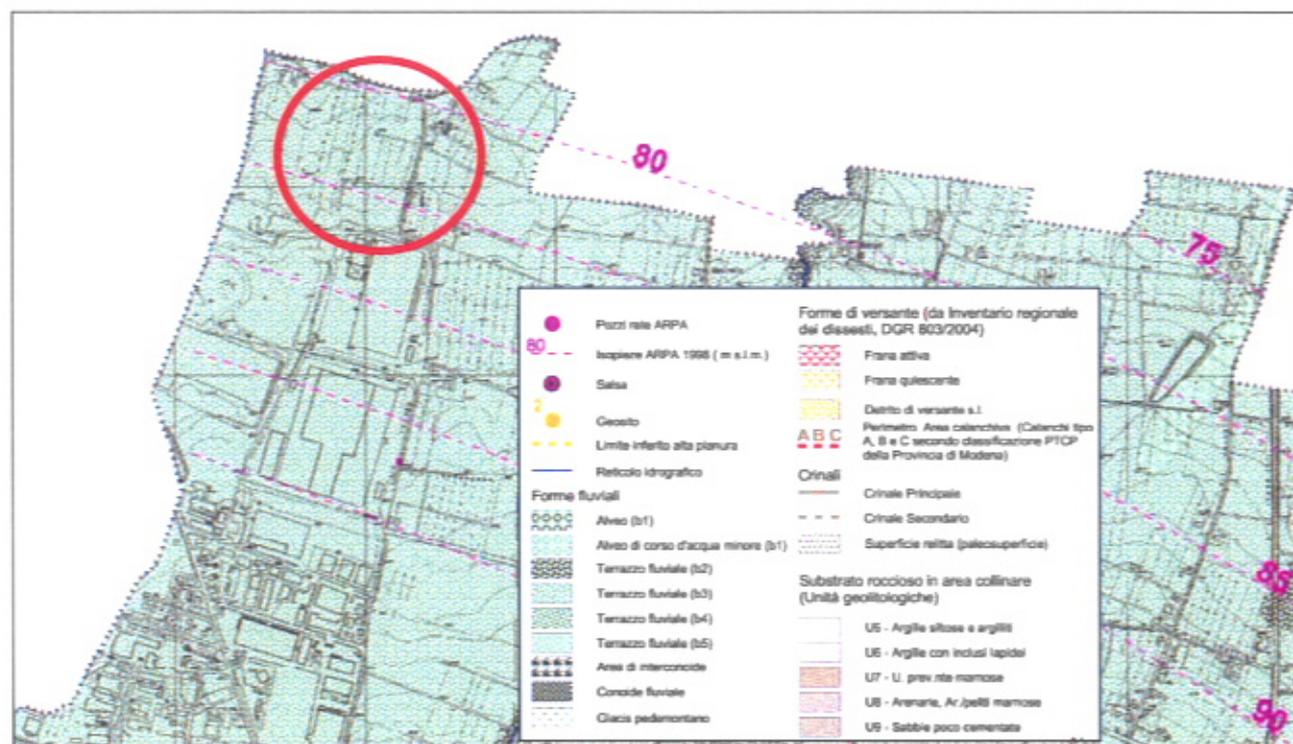


Figura 14 - Stralcio della Tav. 2 "Carta idrogeomorfologica" del QC preliminare (2006) del PSC di Maranello.
(Il cerchio rosso individua l'area d'intervento)

Si segnala infine che l'area è compresa entro la perimetrazione delle Aree con grado di vulnerabilità "Estremamente elevato" come definite dal PTCP della Provincia di Modena ed assunte dal PSC di Maranello e ricade inoltre all'interno del perimetro delle "Aree di alimentazione degli acquiferi sotterranei" (cfr. figura 15); in fase progettuale sarà pertanto necessario rispettare le indicazioni normative previste dalle NTA del PSC per tali aree (Art. 15 e 16).

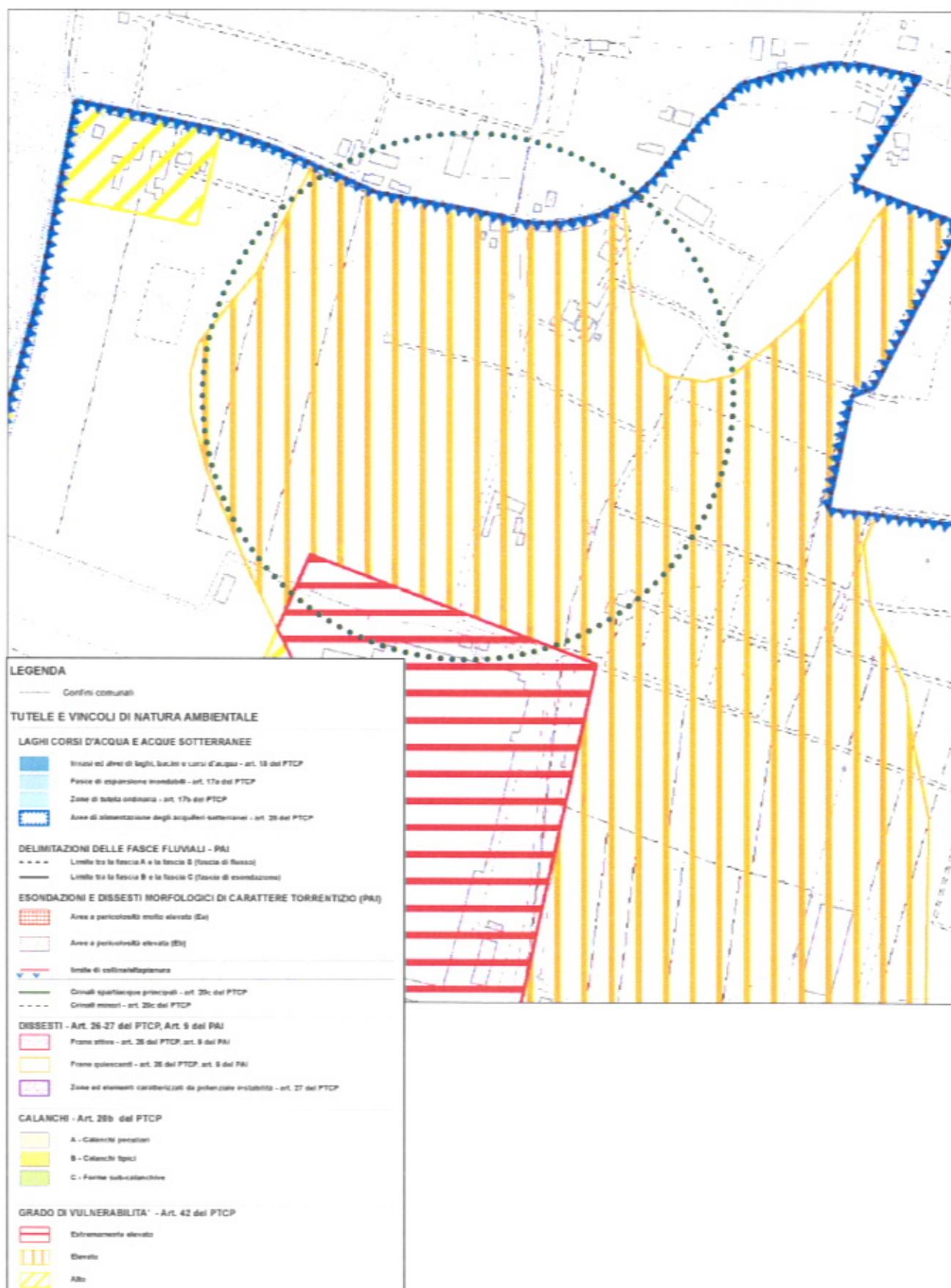


Figura 15 - Stralcio della Tav. 2 "Tutele e vincoli di natura ambientale" - PSC di Maranello (Il cerchio verde tratteggiato individua l'area d'indagine).

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

4.1. Dati stratigrafici e geotecnici

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 a debole profondità, 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.

È 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. Sismica

Sotto il profilo sismico, il Comune di Maranello è incluso nell'elenco dei comuni sismici classificati in zona 2 nell'Allegato n. 1 alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica"; alla zona sismica 2 corrisponde un'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,25g$.

Nella Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale, di cui all'Ordinanza P.C.M. 3519/2006, il territorio del Comune di Maranello è compreso nell'area caratterizzata da valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1), compresi tra 0,150 e 0,175 l'accelerazione di gravità g .

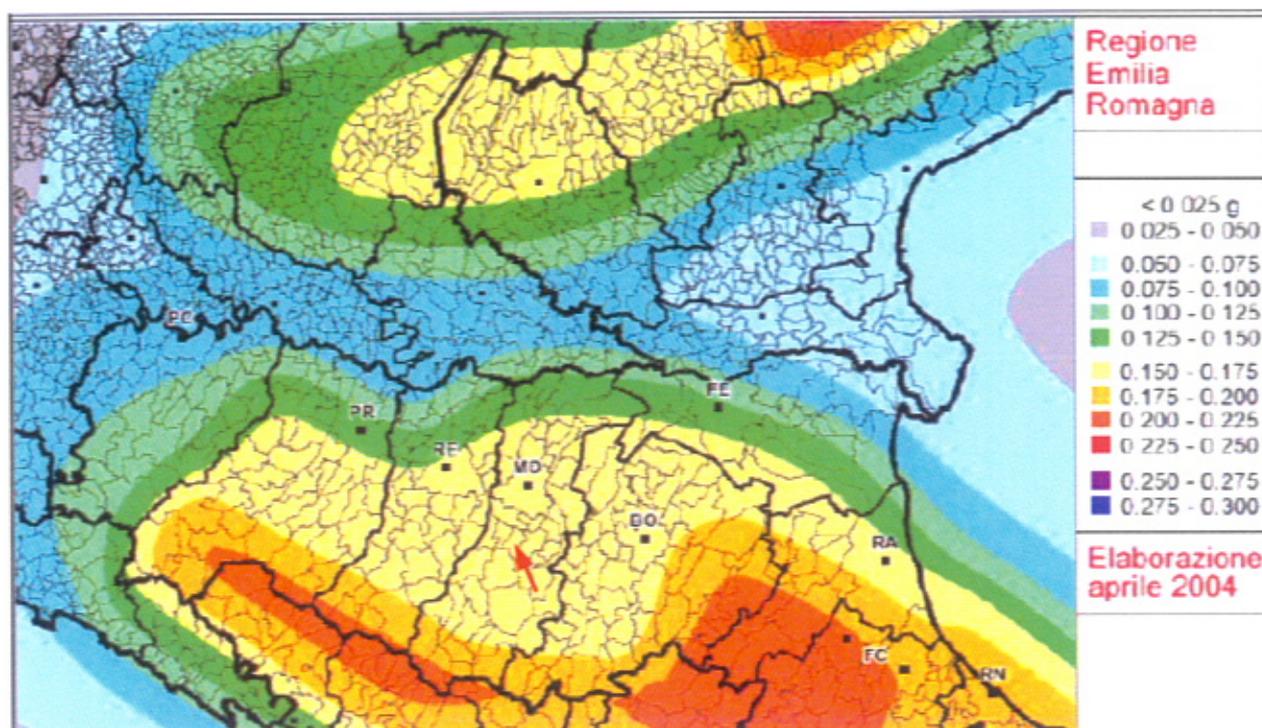


Figura 16 - Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 (fonte: Sito web della Regione Emilia Romagna)

Ai fini della classificazione sismica del territorio regionale, la Regione Emilia Romagna ha approvato la Del. n. 112 del 02-05-2007 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica."; gli studi di Microzonazione Sismica (MS) consentono di caratterizzare il territorio in base alla risposta sismica locale, cioè al comportamento del terreno durante e dopo il terremoto, individuando e delimitando le aree a comportamento omogeneo, distinguendo tra zone stabili, zone suscettibili di amplificazione del moto sismico e zone soggette a instabilità, quali frane, fratturazioni superficiali e liquefazioni. La MS fornisce quindi la perimetrazione delle zone suscettibili di amplificazione e liquefazione, quantificandone gli effetti, e suddividendo il territorio in zone a diversa pericolosità sismica, permette di indirizzare le scelte urbanistiche verso le aree a minore pericolosità sismica o programmare gli interventi in maniera consapevole, tenendo nella dovuta considerazione il comportamento del terreno durante e dopo il sisma (risposta sismica locale attesa). La microzonazione sismica (MS) è quindi la suddivisione del territorio in base al comportamento del terreno durante un sisma e permette di riconoscere le aree suscettibili di amplificazione del moto sismico e di eventuali instabilità. Nell'atto di indirizzi vengono indicati i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la microzonazione sismica del territorio con particolare riguardo alla tipologia ed al livello di approfondimento degli studi da effettuare per una migliore definizione della risposta sismica locale. In particolare, la delibera dell'Assemblea Regionale 112/2007, indica che gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica

vanno condotti secondo 2 fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento, a seconda delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

La definizione della pericolosità sismica di un sito, include la pericolosità sismica di base e la quantificazione degli effetti di sito. Per pericolosità sismica di base si intende quella componente di pericolosità dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area. Gli effetti di sito sono invece dipendenti dalle condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali che modificano, a volte in modo significativo, il moto sismico corrispondente alla pericolosità sismica di base. La quantificazione degli effetti di sito richiede la conoscenza dei risultati dello studio di pericolosità sismica di base, nonché di dati relativi alle caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche del sito oggetto di studio.

Gli effetti locali comprendono:

- l'amplificazione o deamplificazione litostratigrafica;
- l'amplificazione o deamplificazione topografica.

Nell'ambito del PSC del Comune di Maranello è stato elaborato lo "Studio della pericolosità sismica del territorio comunale", con l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e l'elaborazione della cartografia che divide il territorio comunale in zone a diversa pericolosità sismica; in sede di PSC sono pertanto state elaborate le seguenti cartografie:

- Carta delle aree suscettibili di effetti locali (TAV. 1 - 1:5.000)
- Carta di Sintesi (TAV.2 - 1:10.000)
- Carta della pericolosità sismica (TAV. 3 - 1:5.000)

Di seguito si riporta un estratto della Carta delle aree suscettibili di effetti locali" (Tav. 1) e della "Carta della pericolosità sismica" (Tav. 3) del PSC del Comune di Maranello.

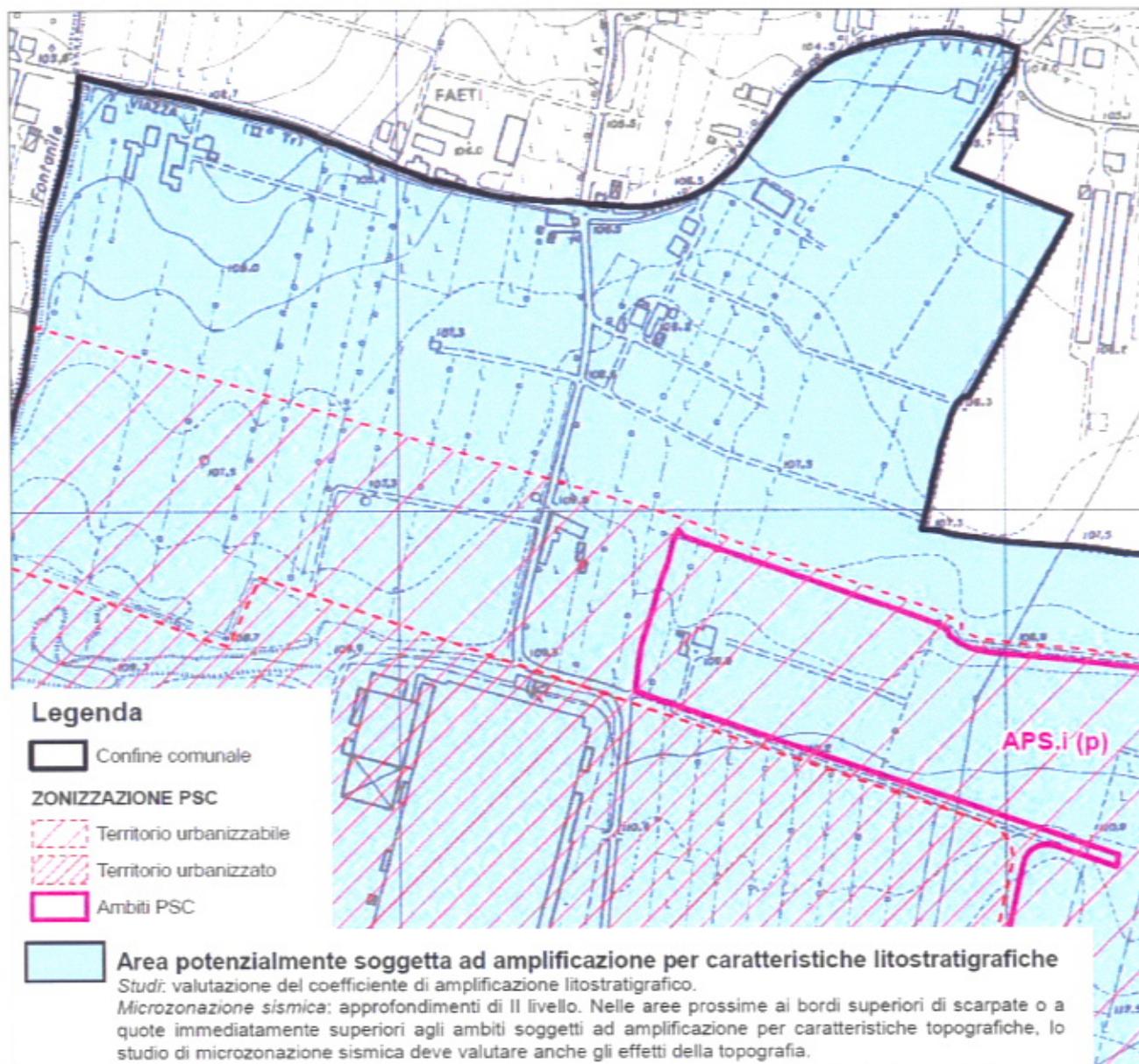


Figura 17 - Estratto Tav. 1 "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" - PSC del Comune di Maranello

Con riferimento alla Tav. 1, l'area in esame è parzialmente ricompresa entro il perimetro del territorio urbanizzabile ed è classificata come "Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche"; per tali aree è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litostratigrafico e sono richiesti approfondimenti di **II livello**.

Con riferimento alla Tav. 3, l'area in esame è classificata in Zona 5 – PIANURA contraddistinta dalla presenza di alternanze di limi e argille con livelli grossolani (sabbie e ghiaie); il substrato argilloso marino si rinviene a profondità inferiori ai 100 m. Per queste aree è possibile un'amplificazione del segnale sismico per le caratteristiche litostratigrafiche. La V_{s30} attribuita e da verificare nelle successive fasi, è compresa tra 300 ÷ 550 m/s.

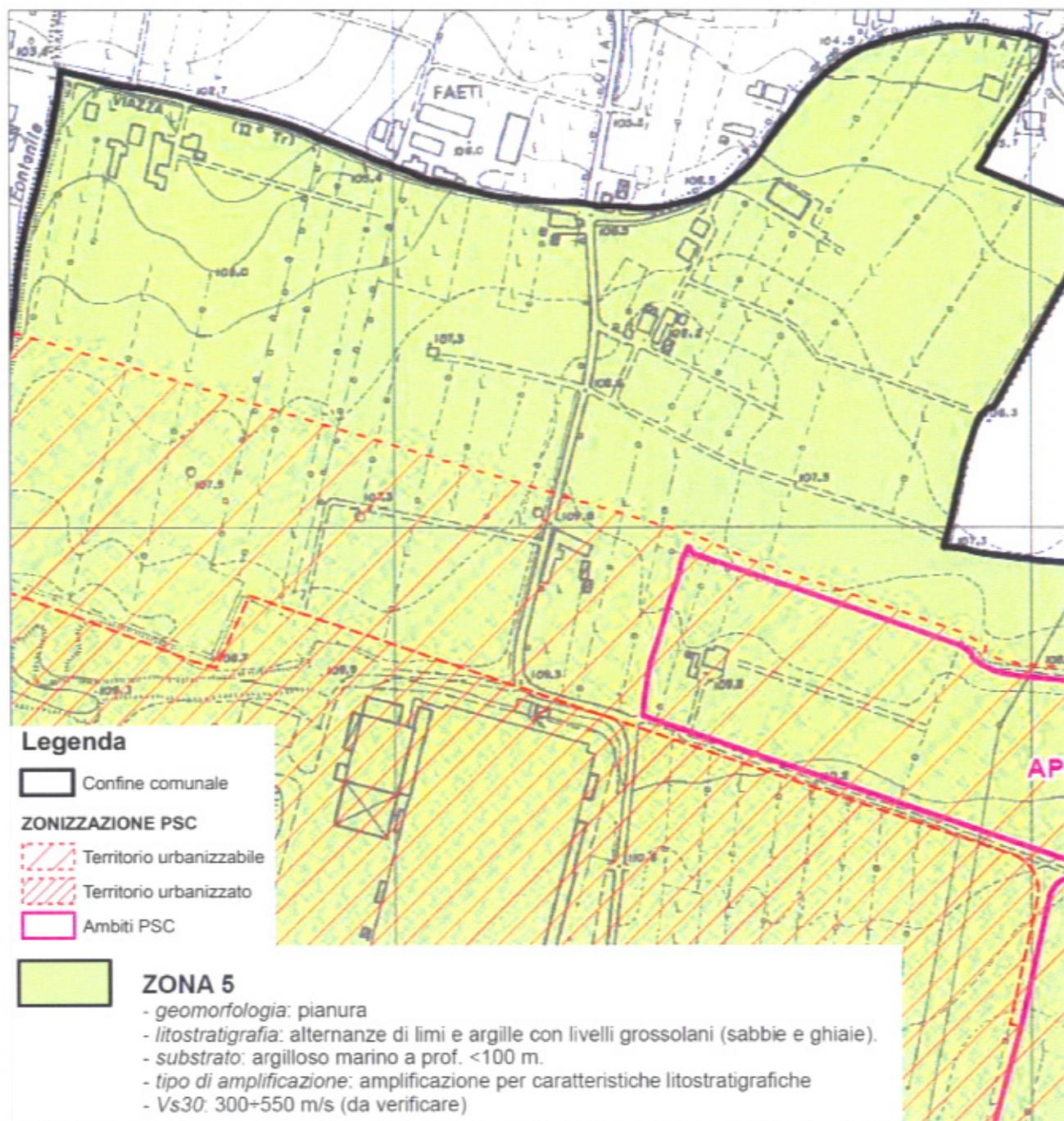


Figura 18 - Estratto Tav. 3 "Carta della pericolosità sismica" - PSC del Comune di Maranello

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



Figura 19 - 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 DAL della Regione Emilia Romagna n. 112/2007, 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 3, 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 19.

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 Vs, compresi tra 200 e 300 m/s. A maggiore profondità si ha un incremento molto repentino dei valori di Vs, 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 marginale, 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 20); il profilo di Vs, invece, ricavato dalla MASW2 è raffigurato in Figura 21.

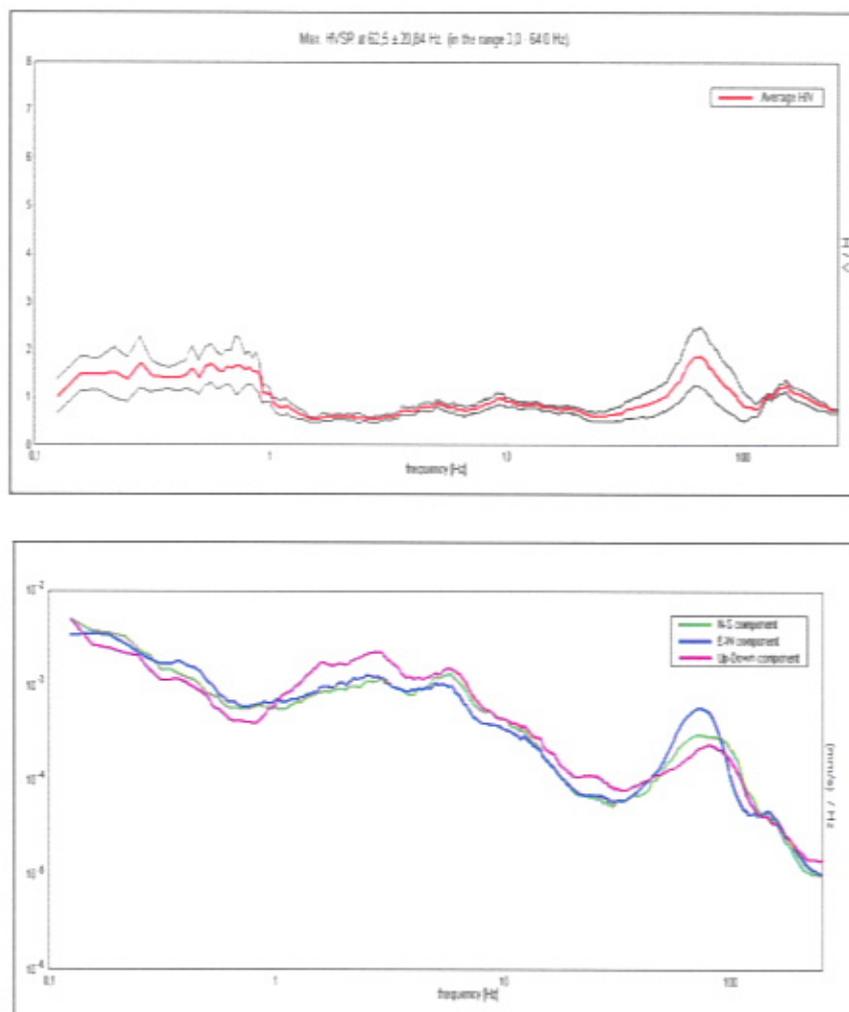


Figura 20 – Risultato dell'analisi a sismica passiva HVSR (Tr2 di Figura 10). Fonte: Studio Viel & Sangiorgi (2008).

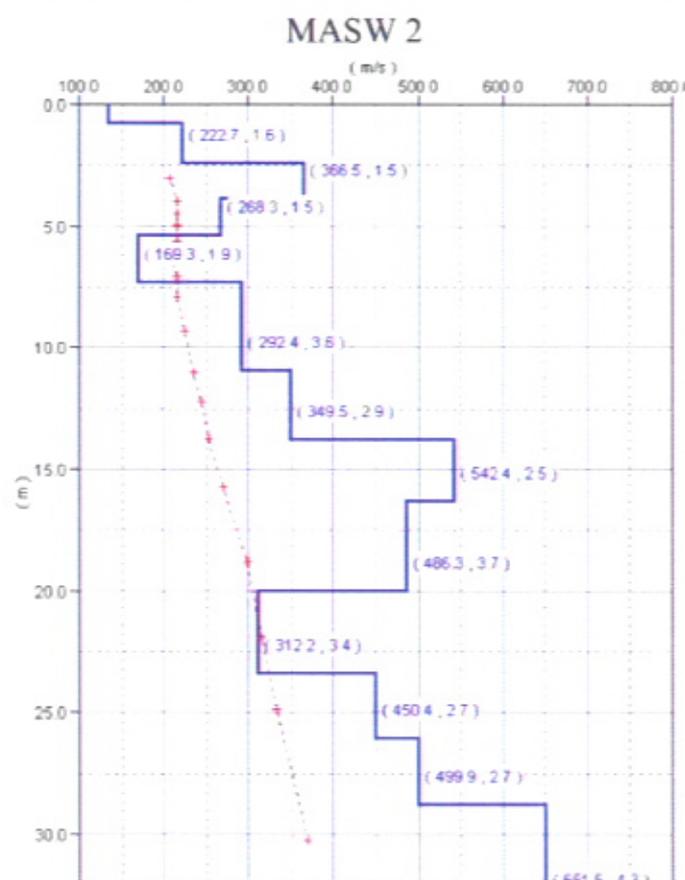


Figura 21 – Profilo di Vs calcolato in corrispondenza della MASW2 di Figura 10. Fonte: Studio Viel & Sangiorgi (2008).

La MASW2 è supportata dal sondaggio “S2” e dalle numerose prove di repertorio limitrofe (tra cui S5, DIN17, DIN18). La V_{s30} è risultata pari a 349 m/s, inserendo il suolo di fondazione in classe “C”⁵, sia pure in prossimità del limite alto. 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 maggiormente pertinenti all’area in studio, lo scrivente ritiene maggiormente plausibile 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 granulosa grossolana. Il

⁵ Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

contrasto d'impedenza coincidente circa con la frequenza di 1 Hz, punto in cui tutte le tracce mostrano la componente verticale del moto (Figura 20) sovrastare 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 mm e collocherebbe l'area in esame all'interno dell'ambito "PIANURA 1" della DAL RER 112/2007.

4.3. Definizione dei fattori di amplificazione sismica (DAL RER 112/2007)

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche di bibliografia, realizzate con tecniche MASW e HVSR, è stato possibile classificare l'area d'indagine all'interno dell'Ambito "Pianura 1" dell'Allegato A2 della DAL RER 112/2007. Il bedrock sismico, da indagine HVSR, è risultato, infatti, presente a profondità prossime a 100 m dal p.d.c.; la velocità media delle onde "s" nei primi 30 m di terreno è risultata pari a 349 m/s.

Pertanto, i fattori di amplificazione sismica sono risultati pari a:

F.A. P.G.A.:	1,6
F.A. $0,1s < T_0 < 0,5s$:	1,8
F.A. $0,5s < T_0 < 1s$:	2,1

5. PROGETTO DI VARIANTE

La Variante 2013 al PSC prevede 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, che andrà ad estendere, verso nord, l'attuale ambito presente a sud dell'area in esame, in cui sono attualmente presenti stabilimenti del Gruppo Ceramiche Ricchetti S.p.A.

Come si può vedere da Figura 22, nel PSC vigente, la porzione meridionale dell'area è attualmente destinata a dotazioni territoriali (MOB – L.R. 20 art. A-5 comma 5; art. 73 NTA PSC), mentre quella settentrionale è parte del territorio rurale, ad alta vocazione produttiva agricola (art. 63 NTA PSC).

La Variante (Figura 23) sostituisce 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.

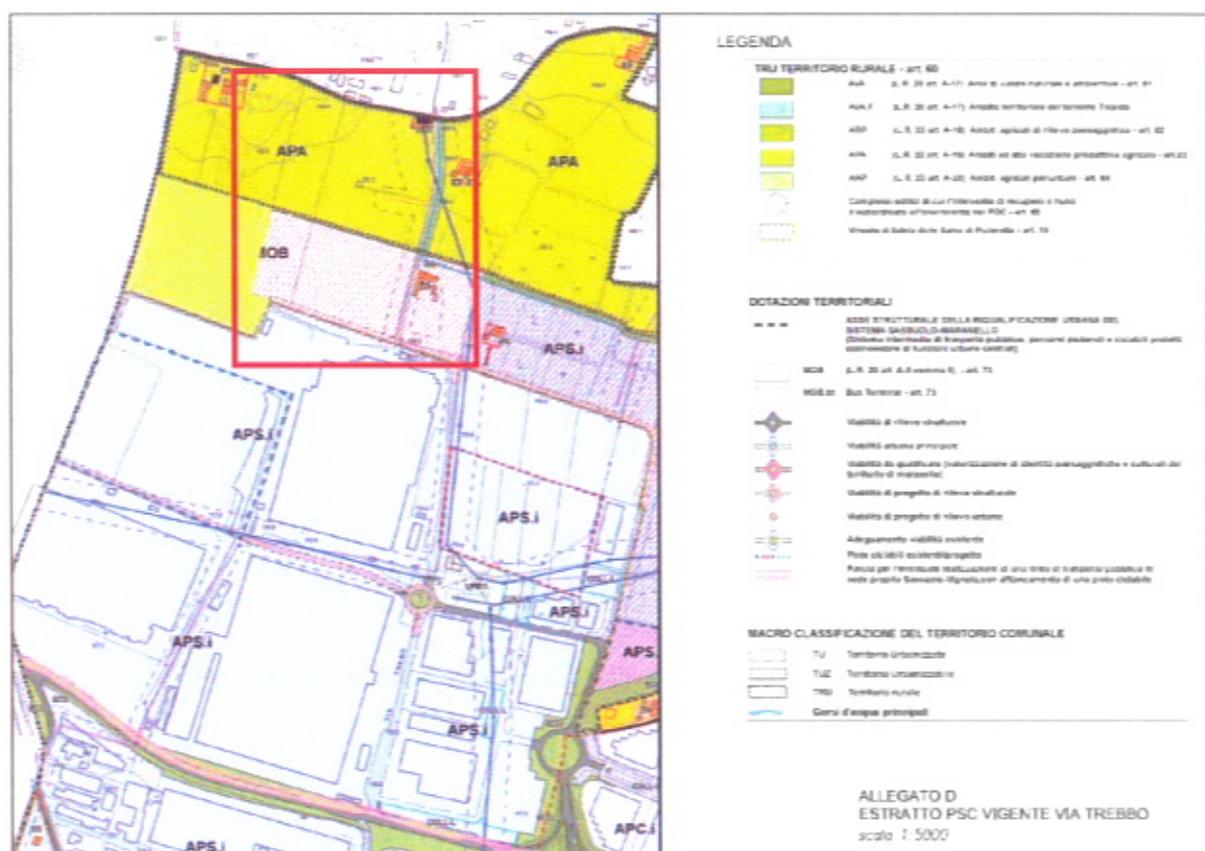


Figura 22 – PSC vigente. (In rettangolo rosso l'area oggetto di Variante)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA RELATIVA ALLA VARIANTE AL PSC
PER L'AREA DI VIA TREBBO, COMUNE DI MARANELLO (MO)

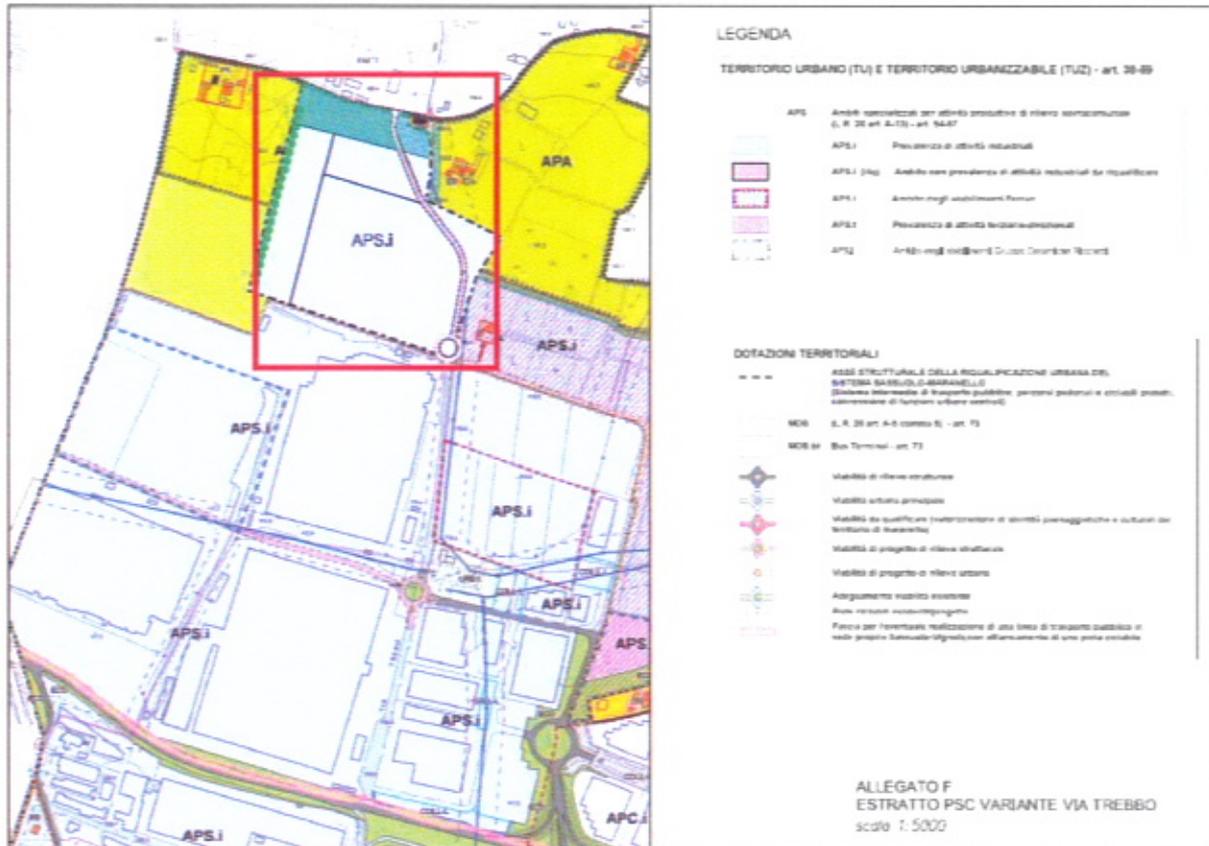


Figura 23 – Variante PSC. (In rettangolo rosso l'area oggetto di Variante)

6. 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 che è risultato essere positivo e che ha permesso di dichiarare la **fattibilità geologica, geotecnica e sismica del piano in progetto**. 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 (limi e limi argillosi), in superficie, caratterizzati da buone caratteristiche geomeccaniche, seguiti da una sequenza pressoché continua di ghiaie a matrice sabbiosa e limosa, fino a circa -17 m, che garantiscono ottime caratteristiche geomeccaniche.

Per la caratterizzazione sismica del terreno di 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 349 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 fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

L'indagine sismica passiva HVSR (anch'essa reperita in bibliografia, ed eseguita adiacente alla MASW di cui sopra) ha permesso di stimare la profondità del bedrock sismico di poco inferiore a 100 m e di collocare il terreno dell'area di Variante nell'ambito di "Pianura 1" dell'Allegato A2 della DAL RER 112/2007, da cui è stato possibile ricavare, congiuntamente con il dato di V_{s30} ottenuto dalla prova MASW, i coefficienti d'amplificazione sismica, pari a: F.A. P.G.A.: 1,6; F.A. $0,1s < T_0 < 0,5s$: 1,8; F.A. $0,5s < T_0 < 1s$: 2,1.

I dati acquisiti hanno consentito di definire, a livello qualitativo, il modello geologico-geotecnico del terreno del primo sottosuolo; è tuttavia necessario, in fase esecutiva, approfondire le indagini geognostiche, che dovranno essere eseguite in corrispondenza delle aree interessate dalle strutture fondali, per ricavare dati quantitativi relativi ai principali parametri geotecnici del terreno.

In fase di progettazione esecutiva, si ritiene inoltre necessario, prevedere un'indagine sismica specifica per l'area, in modo da validare le ipotesi sulla caratterizzazione sismica, qui effettuate in base ai dati geognostici ricavati dalla vicina area indagata per il POC.

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 eventuali scavi per la realizzazione di normali strutture fondali e con le fondazioni.

La natura dei terreni indagati e la profondità della falda acquifera hanno indotto a non considerare la valutazione del rischio di liquefazione in caso di sisma.

Si segnala infine che l'area è compresa entro la perimetrazione delle Aree con grado di vulnerabilità "Estremamente elevato" come definite dal PTCP della Provincia di Modena ed assunte dal PSC di Maranello e ricade inoltre all'interno del perimetro delle "Aree di alimentazione degli acquiferi sotterranei"; in fase progettuale sarà pertanto necessario rispettare le indicazioni normative previste dalle NTA del PSC per tali aree (Art. 15 e 16).

Modena, 9/12/2013

Il Tecnico incaricato

Dott. Geol. Valeriano Franchi



The image shows a handwritten signature in black ink over a circular blue stamp. The stamp contains the text "REGIONE EMILIA ROMAGNA" at the top, "DOTT. GEOL. VALERIANO FRANCHI" in the center, and "Via Caduti in Guerra, 1 - 41121 Modena - Tel. 059/226540" at the bottom. The signature is written in a cursive style.

ALLEGATO 1

**Stratigrafie pozzi per acqua
Database geognostico della Regione Emilia-Romagna**

COMUNE DI MARANELLO

(Prov. di MODENA)

UFFICIO TECNICO

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. Pattini Idebrando e Predieri Veglio

ricerca in V. Claudio

n° 17 Località Maranello F. _____ Mapp. _____

Parte riservata all'Ufficio Tecnico Com.le

Localizzazione del pozzo						
Longit.	<u>33,5</u>	Latit.	<u>48,5</u>	Ha.	<u>2</u>	
Quota piano campagna:m.s.l.m.				<u>112,0</u>		

IL TECNICO COMUNALE _____

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

Livello statico : mt. 20

SIMONINI
ELETTRICITÀ, RISCALDAMENTO, CLIMA
LA DITTA PERFORATRICE
VIA S. GIUSEPPE, 11 - 41012 MARANELLO (MO) - TEL. 059/2273
41012 MARANELLO (MO) - TEL. 059/2273

IL PROPRIETARIO

Pattini Idebrando

Pratica N° **2110** - **7**

COMPENSORIO

1	2
4	19

COMUNE-Istat

Inferrari
P620b

Codice fiscale RGH HLD 084491 F9514

-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 _____ Mapp.N° 3960/Fg.81

-Data di ultimazione della perforazione: 1935

-Ditta perforatrice: SOC. MASSARENTI

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. _____

*potenza Cv 20 kW

*prevalenza mt. 40

*portata lt/sec. 4

- Livello dinamico mt. _____

-Livello statico mt. _____

-Portata pozzo:lt/sec. _____

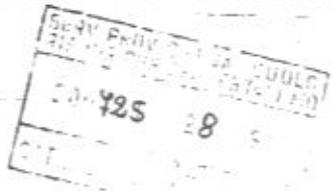
-Superficie irrigata:
ha. 9 are 8 ca. _____

-Consumo giornaliero (24 ore):
metri cubi _____

STRATIGRAFIA DEL TERRENO		Falde captate
Indicare la natura dei terreni e le PALDE 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>26</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>	

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

Data 95/01/1991
Firma Matilde Righi Riva



ANNOTAZIONI: IL POZZO CAUSA UNA ROTTURA DI UN CORPO DI POMPA INCROSTATOSI E' UTILIZZABILE PER UNA PROFONDITA' MAX DI 99,00 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

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: CAROTAGGIO CONTINUO	Sigla Sondaggio: S2

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio N.O.D.	S.P.T. (n° colpi)	Point Test kg/cmq	Wave Test kg/cmq	campione	Psolla
		suolo	0.50						
1		Ghiaia fine con matrice sabbiosa passante a limosa		%C=100					
2									
3				%C=100					
4									
5			6.68						4.76
6		limo leggermente variegato							
		ghiaia con matrice limoso-argillosa	6.68	%C=100					
7		argilla	7.03						
		ghiaia con matrice limoso-argillosa	7.33						
8		argilla scura con ciottoli						FS	
		ghiaia con matrice limosa al tetto e al letto ghiaia addensata	8.64	%C=100					
9		argilla limosa							
10		ghiaia con matrice limosa		%C=100					
11			11.00						
		limo argilloso variegato rosso	11.57						
12		ghiaia con matrice sabbiosa		%C=100		4	1.3		
13			13.00						
		variegato limo con poca argilla	13.50						
		sabbia fine-media	13.80			4	1.5		
14		ciottoli ben arrotondati in matrice limoso-sabbiosa	14.64						
15		paleosuolo		%C=100		1	0.9		
16		argilla e limo	16.88			4.3	1.3		
		sabbia ghiaiosa al tetto e ghiaia sabbiosa al letto	17.08	%C=100					
17									
18									
19									
20									

FIGURA 2.2 f-STRATIGRAFIA SONDAAGGIO S2, VIA TREBBO NORD

ALLEGATO 3

Diagrammi MASW

Indagine sismica eseguita da ISO-STUDIO per la Relazione Ambientale allegata al progetto di
piattaforma logistica per l'area di via Trebbo del Gruppo Ricchetti (26/03/2009)

Risultati winMASW 3.0: principali dati

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

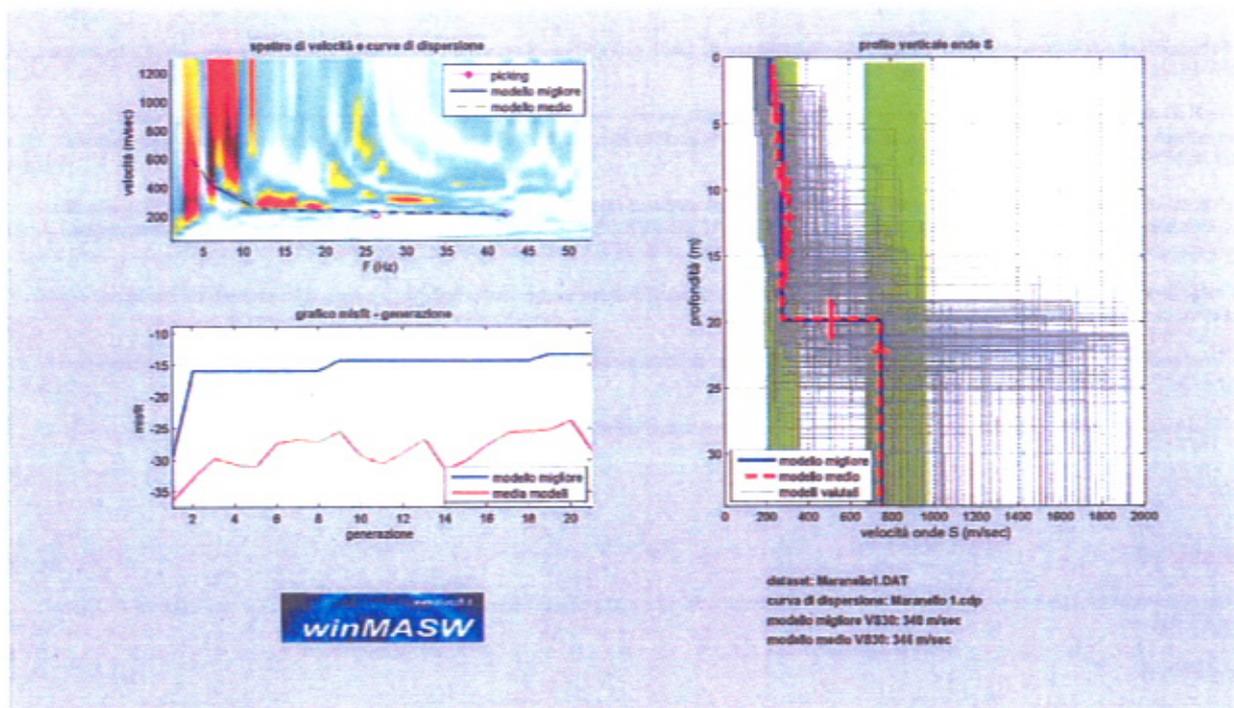
www.chiosoft.it

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 ($15 < NSPT < 50$, 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

Risultati winMASW 3.0: principali dati

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

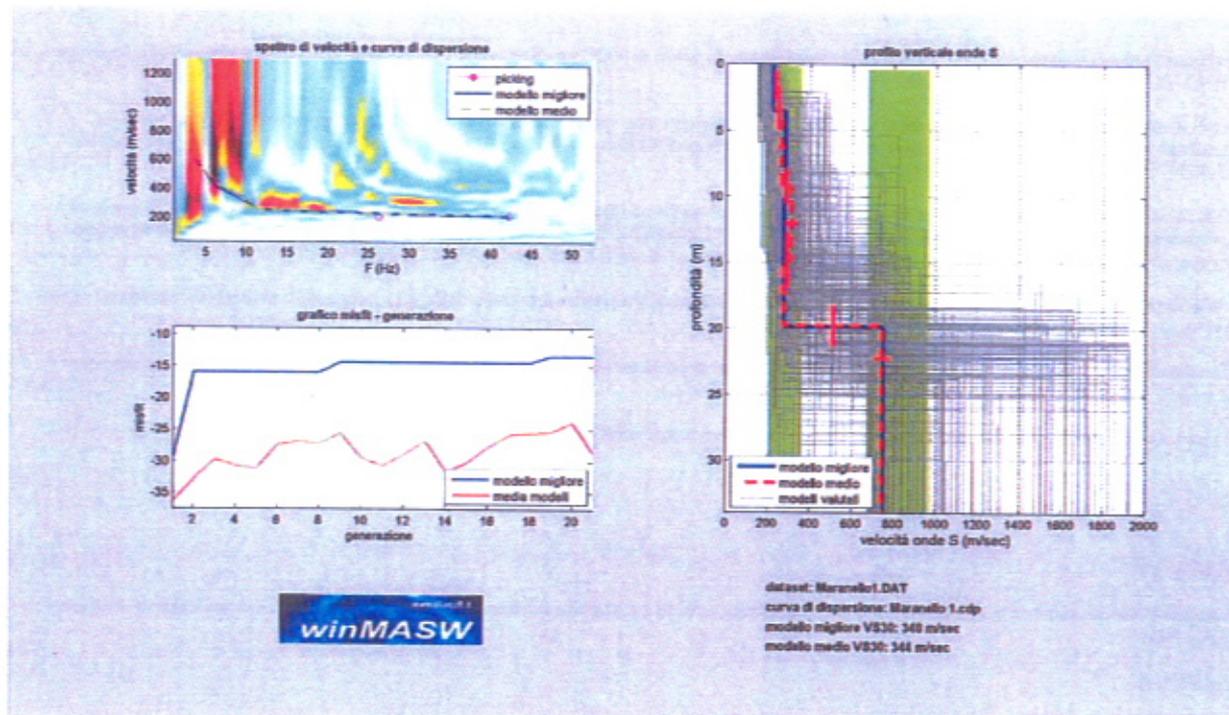
www.chosoft.it

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 V_p , densità e moduli elastici

Stima V_p (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 e 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