

PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI MARANELLO

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

RELAZIONE GEOLOGICA,
GEOTECNICA E SISMICA

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO
Solignani Stefano



IL SEGRETARIO GENERALE
Motolese dot.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 E geomorfologico	5
3.1.	Lineamenti geologici e stratigrafici	5
3.2.	Tettonica e sismicità	11
3.3.	Inquadramento geomorfologico ed idrologico	20
3.4.	Idrogeologia.....	22
4.	Descrizione del progetto di variante.....	26
5.	Sintesi dell'analisi dei dati raccolti e conclusioni	27

1. PREMESSA

Su incarico della proprietà, si è provveduto alla stesura della presente relazione geologica, geotecnica e sismica inerente l'area di "Gorzano", in Comune di Maranello (MO), in cui sono attualmente presenti stabilimenti del Gruppo Ceramiche Ricchetti S.p.A. ed in cui il vigente PSC individua un ambito destinato a prevalenti attività industriali e sulla quale il progetto di Variante al PSC, prevede l'individuazione di un ambito di riqualificazione, in parte di trasformazione urbanistica ed in parte di riqualificazione ambientale.

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, si è fatto riferimento ai dati acquisiti nell'ambito del programma di "Caratterizzazione AMBIENTALE dei terreni presenti nell'area occupata dallo stabilimento Cisa n° 4 di Gorzano (Maranello)", a cura dello scrivente, nell'ambito del quale sono state condotti sondaggi con escavatore e sono stati realizzati due piezometri, a monte ed a valle dello stabilimento ceramico; si sono inoltre consultati i dati relativi a stratigrafie di pozzi per acqua esistenti nelle immediate vicinanze dello stabilimento stesso (sud-est), nonché i dati contenuti nelle relazioni e tavole del PSC del Comune di Maranello.

Per la classificazione sismica dei terreni di sottofondazione ed il calcolo dei fattori d'amplificazione sismica come da DAL RER 112/2007, è stato eseguito, sul sito d'indagine, uno stendimento sismico eseguito con tecnica attiva MASW, confrontandone i derivati fattori di amplificazione con quelli presenti nella tavola di microzonazione sismica del PSC.

La relazione si articola pertanto nel seguente modo:

- Inquadramento geografico
- Inquadramento geologico
- Indagini geognostiche e modello geologico-geotecnico
- Indagine sismica
- Inquadramento morfologico ed idrologico
- Inquadramento idrogeologico
- Descrizione del progetto di variante
- Sintesi dell'analisi dei dati raccolti e conclusioni

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata, oggetto, tra le altre, della presente Variante al PSC, e nella quale è attualmente ubicato lo stabilimento ceramico di proprietà del Gruppo Ceramico Ricchetti, ricade nella fascia di alta pianura sottostante il margine appenninico, nella porzione centro-settentrionale del Comune di Maranello, nei pressi della frazione di Gorzano (figura. 1).

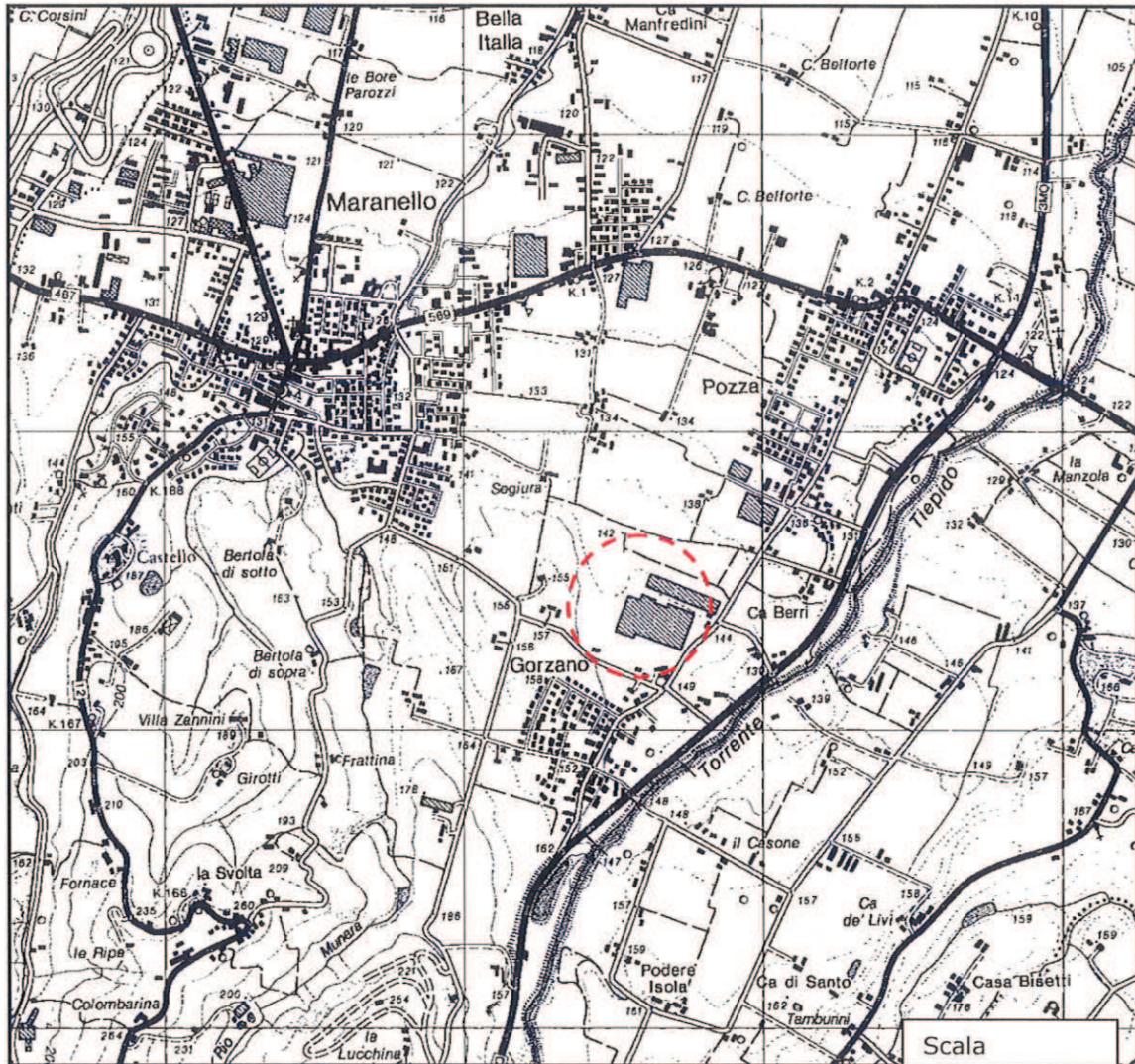


Figura 1 – Corografia area d'indagine su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:25.000 - Tavola 219 NE denominata "Formigine" (Il cerchio rosso individua l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC)

Nello specifico l'area si colloca lungo la Via Vandelli, che collega la frazione di Gorzano con quella di Pozza, ad una quota di circa 145-140 m s.l.m. (figura 2), in una zona contraddistinta da una debole pendenza in direzione nord-ovest.

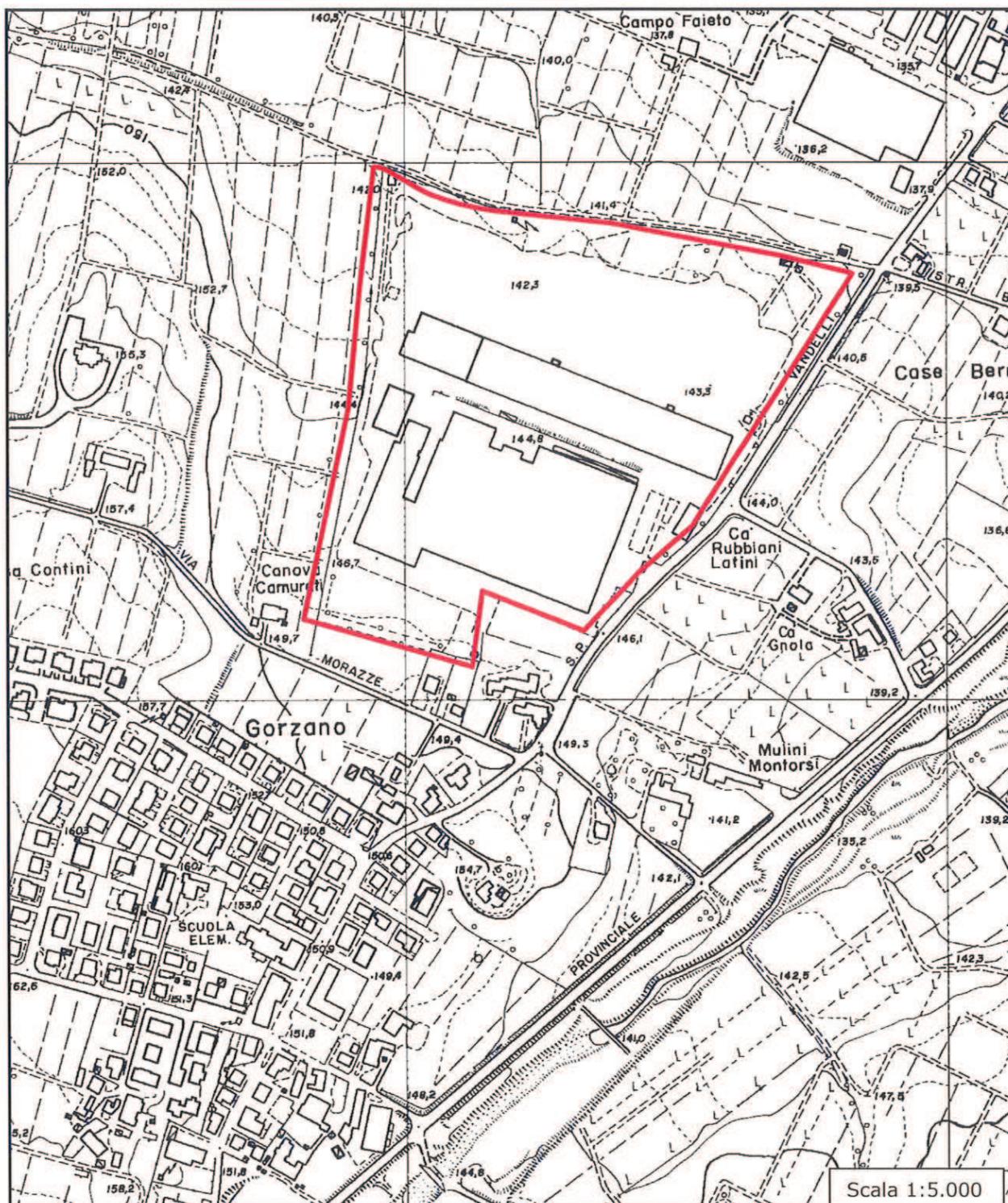


Figura 2 – Ubicazione area d'indagine su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:5.000 - Elemento n. 219072 denominato "Gorzano" (Il poligono rosso individua l'area d'indagine, oggetto di variante al PSC)

La cartografia di riferimento per l'area d'indagine è la seguente:

Carta topografica 1:25.000 della Regione Emilia-Romagna, Tavola 219 NE "Formigine" (figura 1);

CTR 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna, Sezione n° 219070 "Maranello";

CTR 1:5.000 della Regione Emilia-Romagna, Elemento n° 219072 "Gorzano" (figura 3).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.1. Lineamenti geologici e stratigrafici

Per inquadrare cartograficamente i caratteri geologici e litologici dell'area specifica d'indagine e di un suo intorno significativo, ai fini del presente studio, è stato utilizzato uno stralcio della Carta geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 - Sezione n° 219070 "Maranello" (figura 3), nella quale si osserva come, nella zona di studio, affiorino terreni appartenenti alla Successione neogenico-quaternaria del margine appenninico-padano, essenzialmente riconducibili al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Subsintema di Niviano – AES7a e Unità di Vignola – AES7b), oltre a terreni appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore - AEI.

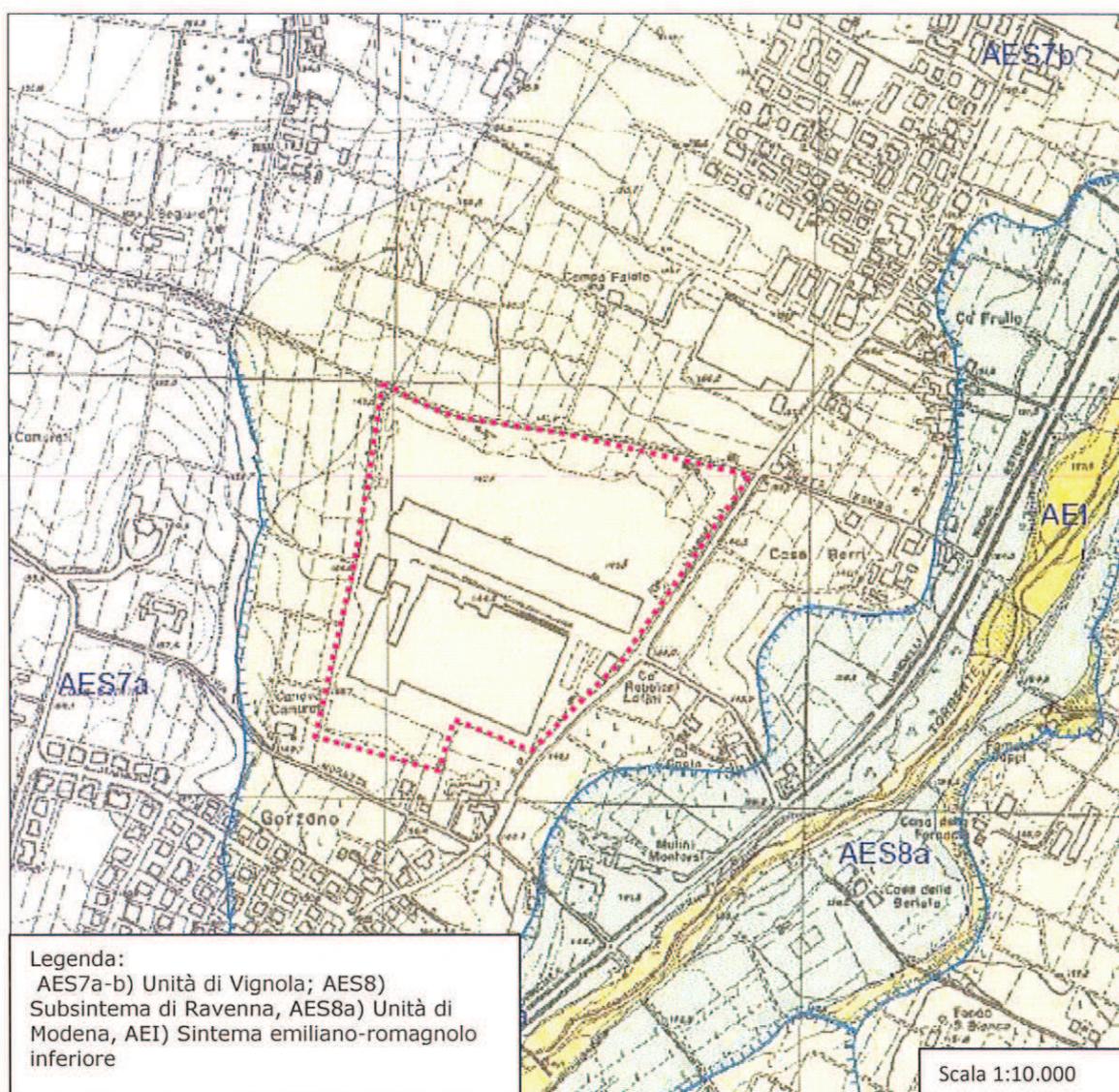


Figura 3 – Estratto della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano – Romagnolo a scala 1:10.000 (edizione 2007), a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Sezione 219070 – "Maranello")

Come detto, tutte le unità appartengono alla Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico-padano, formata da sedimenti di ambienti marino, prima, e continentale, poi, che hanno progressivamente riempito l'avanfossa padano-adriatica impostata in seguito alla fase tettonica inframessiniana.

Questo settore di transizione tra la collina e la pianura, è infatti caratterizzato da una successione stratigrafico-strutturale contraddistinta da diversi cicli sedimentari continentali e marini che iniziano nel Messiniano ed arrivano sino all'attuale.

La formazione delle Argille Azzurre (FAA) e, al tetto, le sabbie gialle della formazione di Costamezzana (CMZ), chiudono la sedimentazione francamente marina plio-pleistocenica alla quale fanno seguito le alternanze di ghiaie e limi del Sintema emiliano-romagnolo inferiore, lungo una superficie di discontinuità di importanza regionale. Unità di Modena e Subsintema di Ravenna sono costituite da sedimenti alluvionali, rispettivamente grossolani e fini, in discontinuità, per quanto riguarda il margine appenninico, sul Sintema emiliano-romagnolo inferiore.

I sedimenti del ciclo Pliocenico medio-superiore e Pleistocenico inferiore sono direttamente trasgressivi sulle formazioni Liguri ed Epiliguri pre-messiniane.

Con specifico riferimento all'area d'indagine, vi affiorano prevalentemente ghiaie con matrice limo-sabbiosa e limi appartenenti all'Unità di Vignola (AES7b –Pleistocene sup. – Olocene basale); si tratta di un'unità formata prevalentemente da ghiaie grossolane con ciottoli da plurimetrici a pluridecimetrici con matrice limo-sabbiosa, passanti a limi e limi sabbiosi, ascrivibile a deposizione fluviale intravalliva, con copertura colluviale limosa e argillosa alla base dei versanti. Nel territorio comunale affiora principalmente terrazzata (terrazzo locale del terzo ordine) lungo il corso del T. Tiepido e allo sbocco in pianura dei torrenti Grizzaga e Fossa. Al tetto si distinguono suoli decarbonatati con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1.5 e 2.0 m, orizzonti superficiali di colore da rosso bruno a bruno scuro. Il contatto inferiore è in discontinuità su unità più antiche e la potenza dell'unità è di alcuni metri. Secondo il quadro stratigrafico riportato nella cartografia geologica consultabile sul sito web della Regione Emilia-Romagna l'unità (identificata come unità di Vignola e identificata dalla sigla AES7b) rappresenta la porzione superiore del Subsintema di Villa Verucchio (AES7) e si sarebbe depositata in un lasso di tempo compreso tra i 20-23.000 ed i 15-18.000 anni fa (Gasperi & Pizziolo).

Anche la Carta Geolitologica (Tav. 1) prodotta a corredo del QC del PSC del Comune di Maranello (cfr. Figura 4), conferma per l'area in esame, la presenza di ghiaie e limi prevalenti appartenenti all'Unità Geologica U1b, descritta come un'unità costituita da "terreni clastici a granulometria tendenzialmente grossolana, caratterizzati in generale da buona resistenza, valori pressoché nulli della coesione e da permeabilità generalmente alta". L'unità è stata suddivisa in tre sottounità sulla base del contenuto più o meno marcato di intercalazioni o coperture costituite da materiali a granulometria più fine; ciascuna sottounità può comunque presentare variazioni locali nelle caratteristiche litologiche legate soprattutto alle

eterogeneità spazio-temporali che caratterizzano gli ambienti di sedimentazione continentali, specialmente quelli fluviali.

Nella cartografia suddetta, la profondità del tetto delle ghiaie viene individuata tra i 2.0 ed i 4.0 m dal piano campagna.

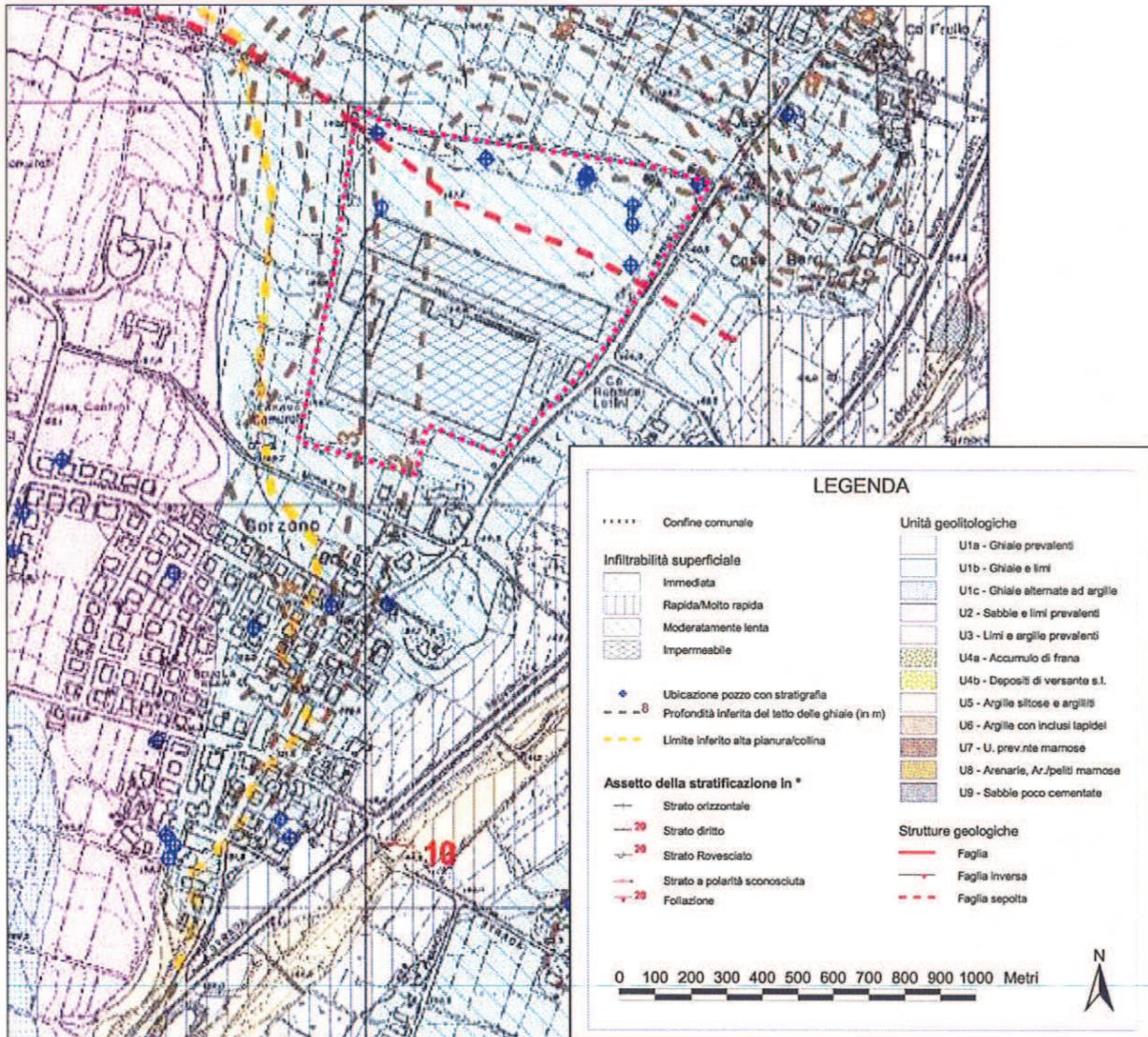


Figura 4 – Estratto Tav. 1 - Carta Geolitologica (PSC vigente - Comune di Maranello)

Per la caratterizzazione litostratigrafica specifica dell'area in esame, si è fatto riferimento ai dati relativi alle stratigrafie di sondaggi con escavatore, realizzati per la Caratterizzazione ambientale del sottosuolo dell'area in cui è ubicato lo stabilimento ceramico di proprietà del Gruppo Ceramico Ricchetti, che hanno investigato dai tre ai sette metri circa di profondità, oltre che ai dati relativi ai piezometri, realizzati a monte ed a valle dello stabilimento ceramico esistente ed a quelli relativi ad un pozzo per acqua, già esistente nelle immediate vicinanze dello stabilimento stesso (sud-est).

L'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente.

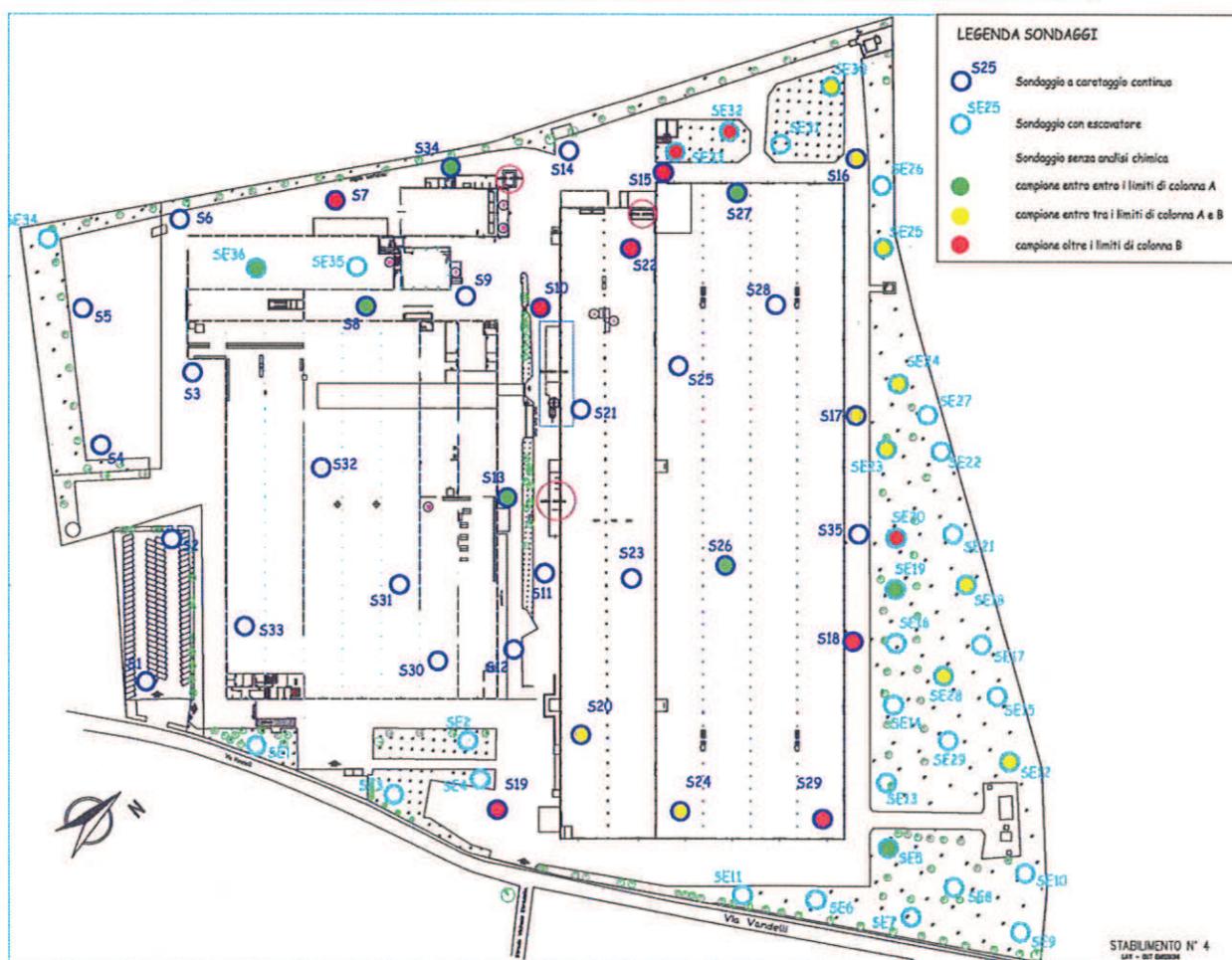


Figura 5 – Ubicazione sondaggi

In base alle indagini suddette, è possibile ricostruire la seguente stratigrafia:

- 0.5 – 1.0 m strato di terreno vegetale;
- 0.5/1.0 – 1.6/5.5 m strato di limi e limi argillosi di colore marrone che si rinvergono sino a profondità variabili di 1.6- 2.7 m nella zona meridionale sino a valori massimi di 4.0-5.5 m nella zona settentrionale;
- 1.6/5.5 – 5.5/8.5 m strato di ghiaie in matrice limo - sabbiosa di colore grigio e marrone, presenti sino a circa 5.5 m nella zona meridionale, a 8.5 m in quella settentrionale;
- 5.5/8.5 – 40.0 m livello di limo argilloso e argille di colore grigio azzurro, presenti sino alla profondità di circa 40.0 m, intercalate da uno strato dello spessore di circa 5.0 m, costituito da argille compatte con tracce di alterazioni di colore giallognolo, che si rinvergono alla profondità di circa 25.0 m;
- 40.0 – 57.0 m strato ghiaioso costituito, a tetto, da uno livello di ghiaietto in matrice argillosa dello spessore di circa 1.50 m, seguito da un livello di circa 5.5 m di ghiaia

	grossolana in matrice limo-argillosa e quindi da circa 10.0 di ghiaia frammista a sabbia in matrice limosa, sede dell'acquifero principale;
57.0 – 74.0 m	sabbia e limo sabbioso compatto di colore giallo;
74.0 – 77.0 m	argille grigio azzurre.

I dati ottenuti sono stati confrontati con quelli relativi alle indagini geognostiche allegare alla relazione di analisi di risposta sismica locale per gli ambiti POC (2008), a cura dello studio Viel & Sangiorgi; in particolare si è preso a riferimento il sondaggio S1, eseguito nell'ambito AN.1d – Maranello est, posto in adiacenza all'area in esame, immediatamente ad ovest (cfr. figura 6).

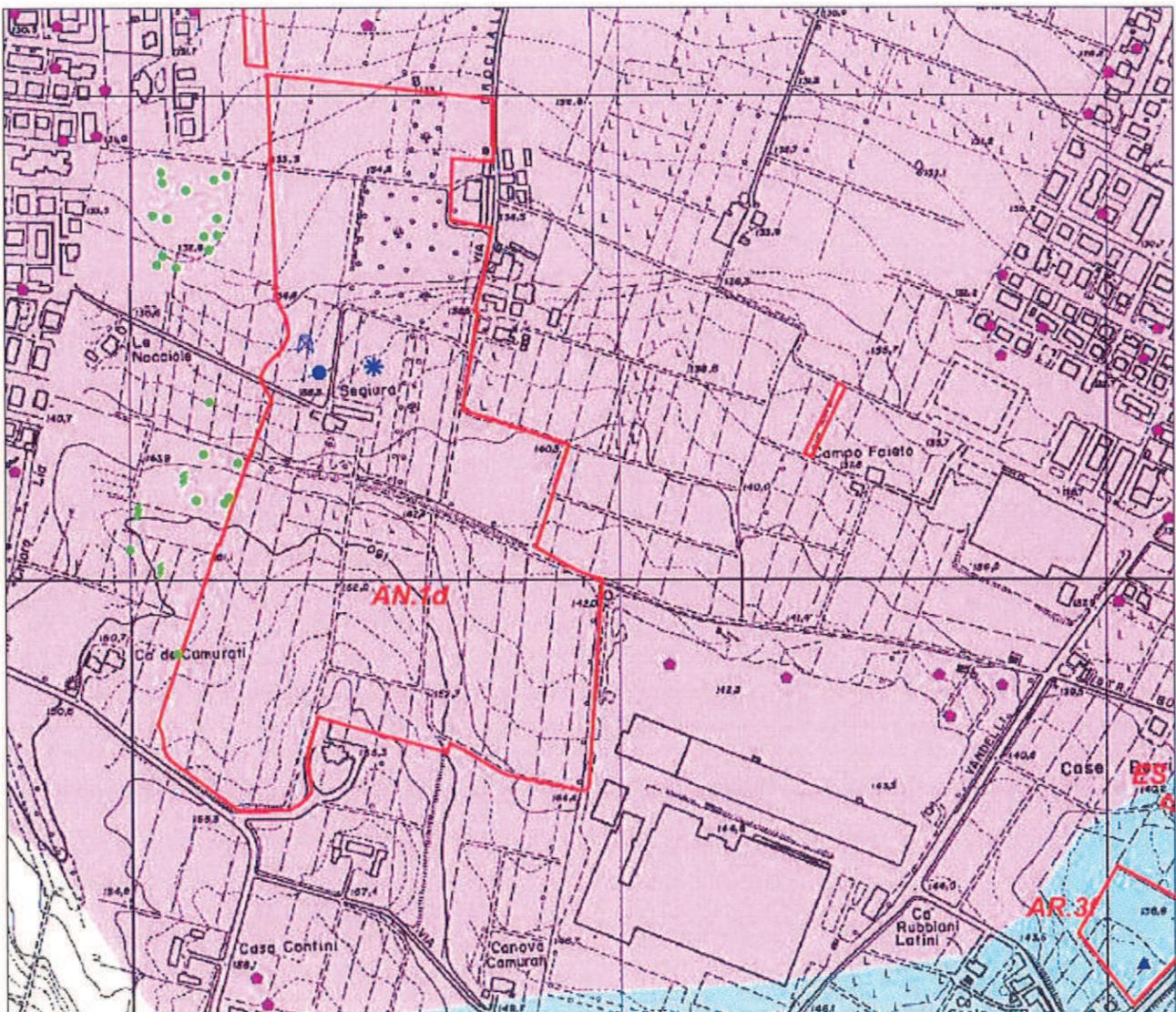


Figura 6 – Estratto “Zonizzazione sismica degli ambiti di POC” – POC del Comune di Maranello

Tale sondaggio ha attraversato per 35 metri le alluvioni pleistoceniche (con probabilità qualche metro dell'unità Vignola, circa 20 metri dell'unità Niviano, e qualche metro del subsistema di Bazzano); il

rilevamento della nota serie stratigrafica del T. Tiepido ha consentito di correlare il sottosuolo con l'affioramento (figura 7).

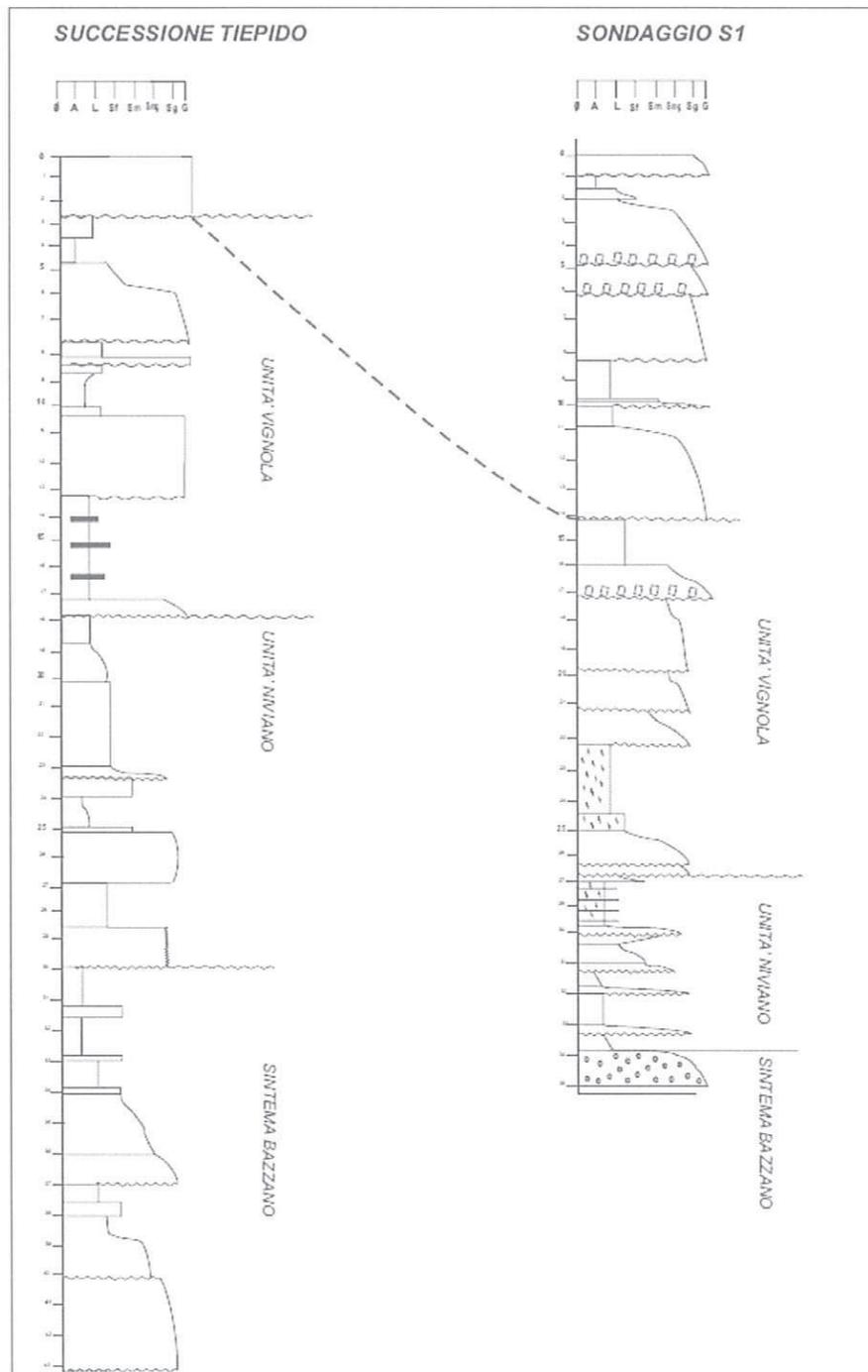


Figura 7 – Correlazione tra Sondaggio S1 e “Serie del T. Tiepido” (Iaccarino et al., M., 1982)

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite 4 misure SPT, con lo scopo di determinare sia i parametri geomeccanici, sia le Vs (vedi successivo paragrafo 3.2). Di questi SPT, tre sono stati realizzati entro importanti intervalli ghiaiosi ed il quarto entro un intervallo pelitico compreso tra due livelli più argillosi con diverso grado di pedogenesi

5,5 ÷ 5,95 m	Nspt = 20,22,29
12 ÷ 12,45 m	Nspt = 23,23,23
34,7 ÷ 35,15 m	Nspt = 23,39,39
30,40 ÷ 30,85 m	Nspt = 6,11,21

Sulle carote estratte sono stati misurati i consueti parametri meccanici: determinazione della coesione non drenata (c_u) e della resistenza alla penetrazione. Lo scissometro utilizzato era tipo "Genor" in acciaio con palette intercambiabili, tutti gli intervalli argilloso limosi analizzati sono risultati "fuori scala", valori residui di c_u sono risultati superiori a 100 kPa. Non si sono rinvenute tessiture sabbiose continue di spessore superiore a 0,6 metri, in tutta la verticale analizzata.

Con specifico riferimento all'ambito AN.1d, ubicato in posizione prossima a quella dell'area di variante, sono stati individuati due settori caratterizzati da differenti valori di coesione e pressione ammissibile, valutata per normali fondazioni superficiali a nastro posate alla profondità di 1.60 m; il settore più prossimo all'area d'indagine risulta essere quello sud.

Settore sud – terrazzo superiore	$c_u = 80$ kPa	$Q_{ad} = 140$ kPa
Settore nord – terrazzo inferiore	$c_u = 60$ kPa	$Q_{ad} = 120$ kPa

3.2. Tettonica e sismicità

Da un punto di vista strutturale, le Argille Azzurre, in accordo con quanto rilevato nei terreni pliocenici e quaternari marini della Successione neogenica del margine appenninico-padano, si presentano strutturate in sinclinali ed anticlinali più o meno asimmetriche o in flessure con asse a direzione appenninica.

Per quanto riguarda i depositi quaternari continentali pleistocenici superiori, il loro assetto strutturale è probabilmente condizionato dall'attività più recente del cosiddetto "Lineamento Frontale Appenninico", una complessa struttura costituita da una serie di superfici di thrust o faglie inverse embricate che sono presenti, al di sotto delle coperture pleistoceniche ed oloceniche, in corrispondenza del limite geografico tra l'Appennino e la pianura. La separazione tra catena in sollevamento e pianura subsidente ha determinato significative differenze di spessore nei depositi tardo-pleistocenici, peraltro anche apparentemente coinvolti in strutture plicative molto blande in corrispondenza dell'alta pianura.

Con specifico riferimento all'area comunale indagata l'assetto strutturale, caratterizzato dalla formazione delle Argille Azzurre, è sostanzialmente a monoclinale debolmente immergente verso nord. In quest'area, inoltre, la valle del T. Tiepido tende ad allargarsi fortemente verso la pianura tanto che i depositi quaternari, terrazzati in più ordini (almeno cinque secondo la gerarchia locale a partire dall'alveo attuale di primo ordine), occupano un'ampiezza trasversale di quasi un chilometro all'altezza dell'abitato di Torre

Maina. L'impostazione di una valle molto più ampia rispetto alla parte meridionale del territorio è stata probabilmente favorita dalla presenza di rocce più erodibili (quasi completamente argillose) rispetto a quanto non avviene a sud dove sono presenti anche marne e arenarie (Formazioni di Ranzano, Pantano, Cigarellino e Termina). Non si possono comunque escludere eventuali effetti dovuti alla tettonica recente lungo allineamenti strutturali segnalati nelle carte geologiche pubblicate (Gasperi et al., 1989) tra i quali una faglia lungo la direttrice Maranello-Torre Maina ed un'altra, sepolta sotto i sedimenti recenti, lungo la direttrice Sassuolo-Maranello-Pozza (figura 8).

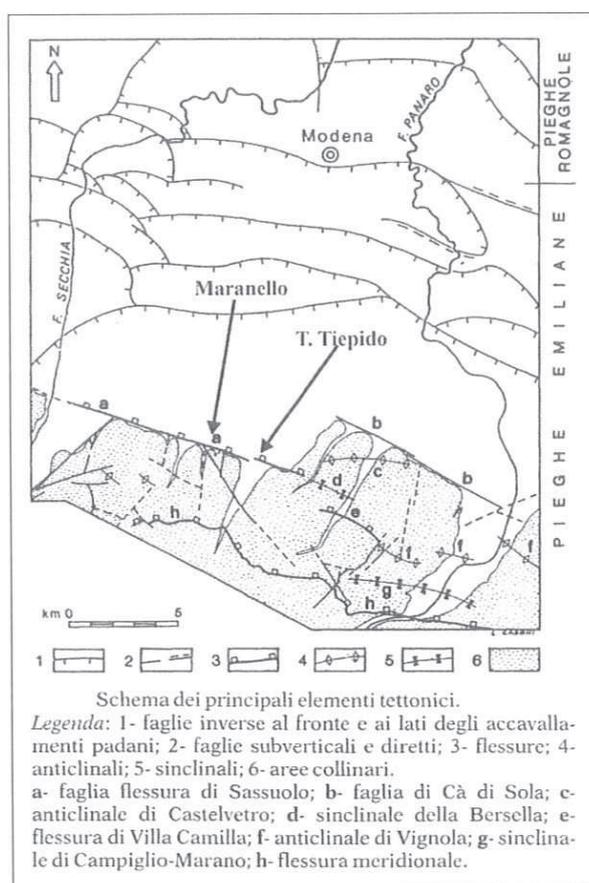


Figura 8 – Principali elementi strutturali

In prossimità dell'area d'indagine è segnalata una faglia sepolta.

I dati sismici, geologici e dei cataloghi di terremoti storici evidenziano l'esistenza di strutture sismogenetiche da ritenersi attive nella zona collinare e pedecollinare posta a ovest del territorio comunale (Regione Emilia Romagna, 2003). Le risoluzioni focali dei sismi registrati sono compatibili con movimenti di tipo compressivo (Regione Emilia Romagna, 2003) e quindi con la struttura a sovrascorrimenti e faglie inverse identificabile sia in superficie (nella prima fascia collinare) sia nel sottosuolo della vicina pianura (Pieri & Groppi, 1981; Regione Emilia-Romagna, 2003).

I terremoti che colpiscono l'area all'intorno del territorio in studio sono generalmente di media intensità (generalmente al massimo il 7° grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg con tempi di ricorrenza valutabili nell'ordine delle decine di anni). Tempi di ritorno più lunghi (475 anni) sono indicati per eventi sismici più forti. Nei cataloghi sismici sono riportati terremoti storici con epicentro in aree limitrofe a quella del territorio di Maranello. Come esempio si può ricordare il terremoto che nel 1501 causò danni compatibili con un'intensità macrosismica di circa 8-9 gradi della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (Zecchi, 1980; C.N.R., 1985, Camassi & Stucchi, 1996; AA.VV., 1997; AA.VV., 2001, Sito web del Servizio Sismico Nazionale, ecc.). Per quanto riguarda la sismicità storica si può osservare che meccanismi focali di terremoti a dinamica compressiva, con direzione di raccorciamento principale orientata all'incirca N-S o NNE-SSO e di magnitudo (secondo la scala di Richter) fino a 5-5.5, sono stati registrati con epicentro posto a pochi chilometri a NO e a S di Maranello. In area, come sopra citato, è stato poi anche localizzato l'epicentro di un terremoto storico (5 giugno 1501) la cui magnitudo macrosismica è stata stimata attorno a 5-5.5 (AA.VV., 2003). I cataloghi delle registrazioni sismiche riportano inoltre numerose registrazioni di terremoti, di magnitudo inferiore a 4 e con epicentri localizzati nell'area all'intorno di Maranello.

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 .

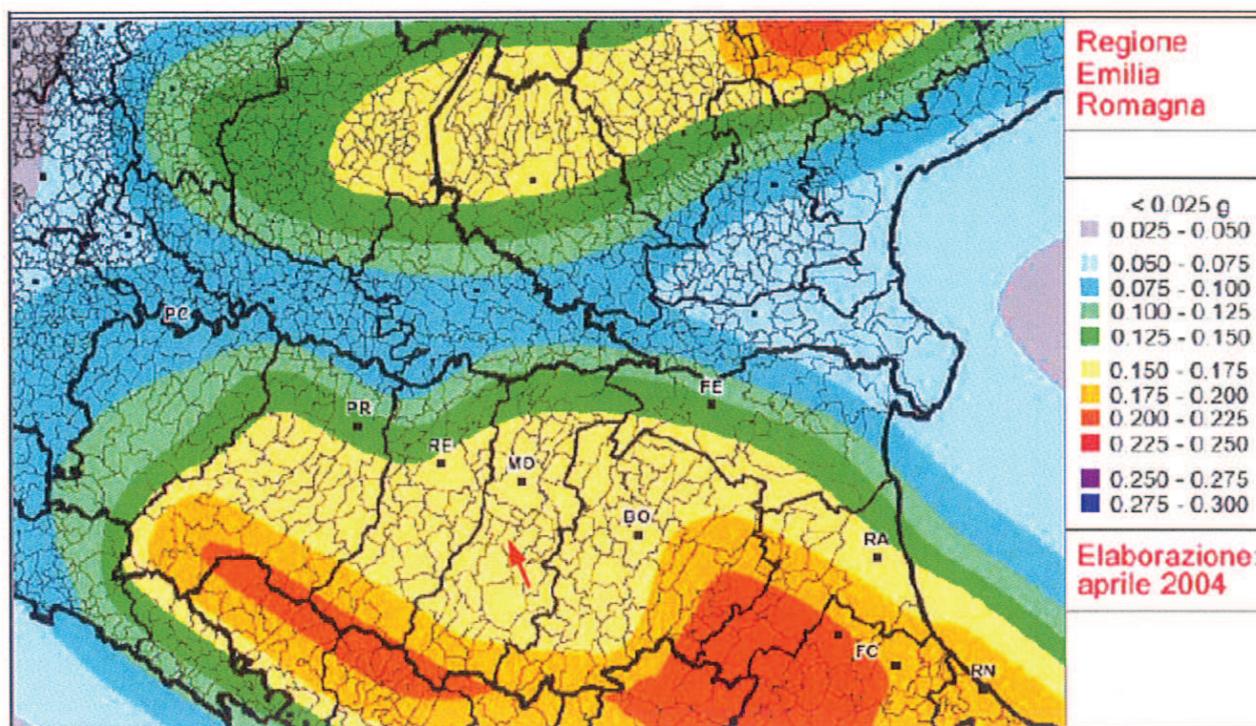


Figura 9 – Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 (fonte: Sito web della Regione Emilia 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 dunque 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.

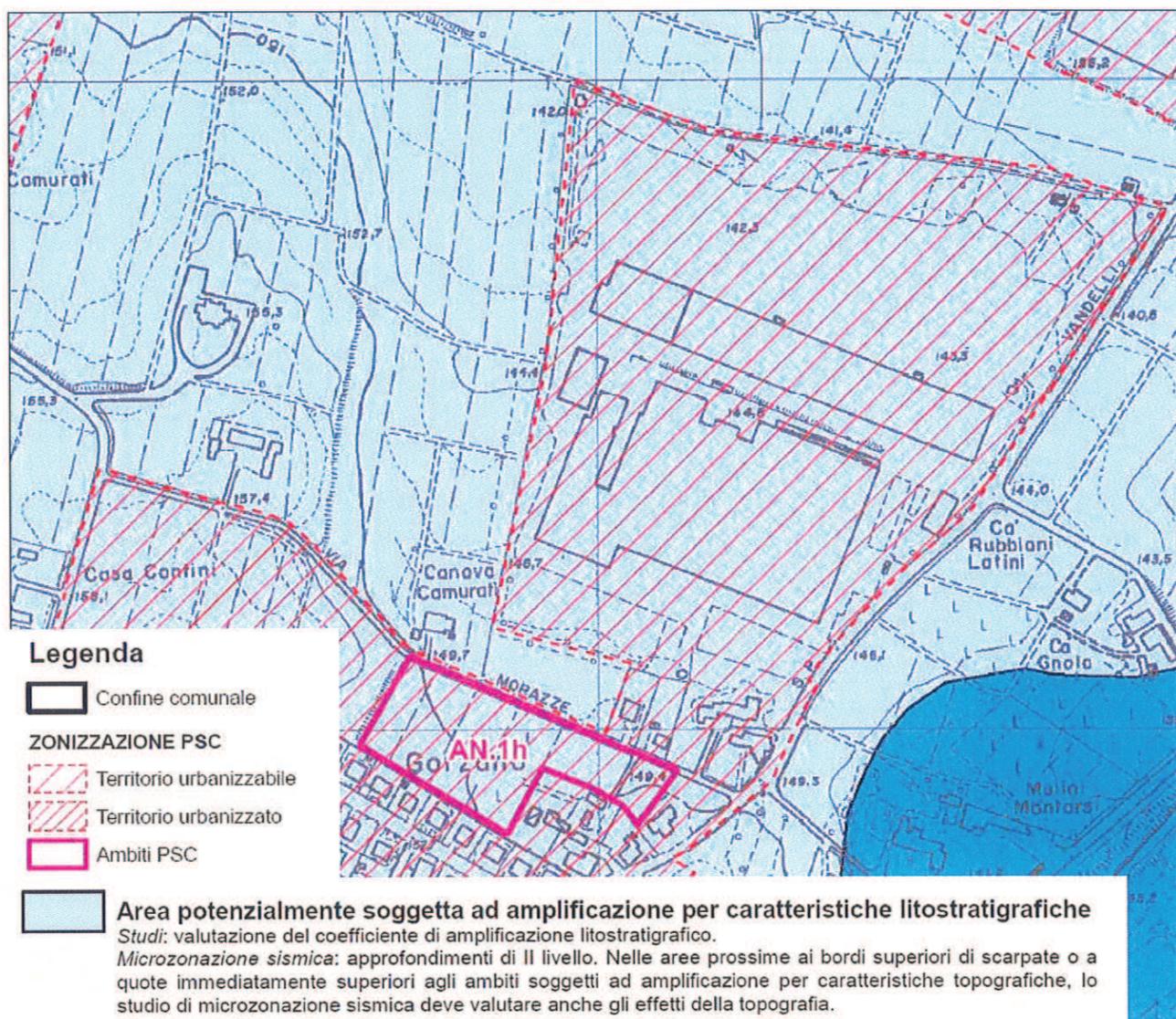


Figura 10 – Estratto Tav. 1 “Carta delle aree suscettibili di effetti locali” - PSC vigente del Comune di Maranello

Con riferimento alla Tav. 1, l'area in esame è ricompresa entro il perimetro del territorio urbanizzato 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 4 – PIANURA contraddistinta dalla presenza di ghiaie sub-affioranti o poste a basse profondità seguite da alternanze di limi ed argille con livelli grossolani (sabbie e ghiaie); il substrato marino profondo si rinvia a profondità inferiori ai 100 m. Per queste aree è possibile un'amplificazione del segnale sismico per le caratteristiche litologiche. La V_{s30} attribuita e da verificare nelle successive fasi, è compresa tra $350 \div 550$ m/s.

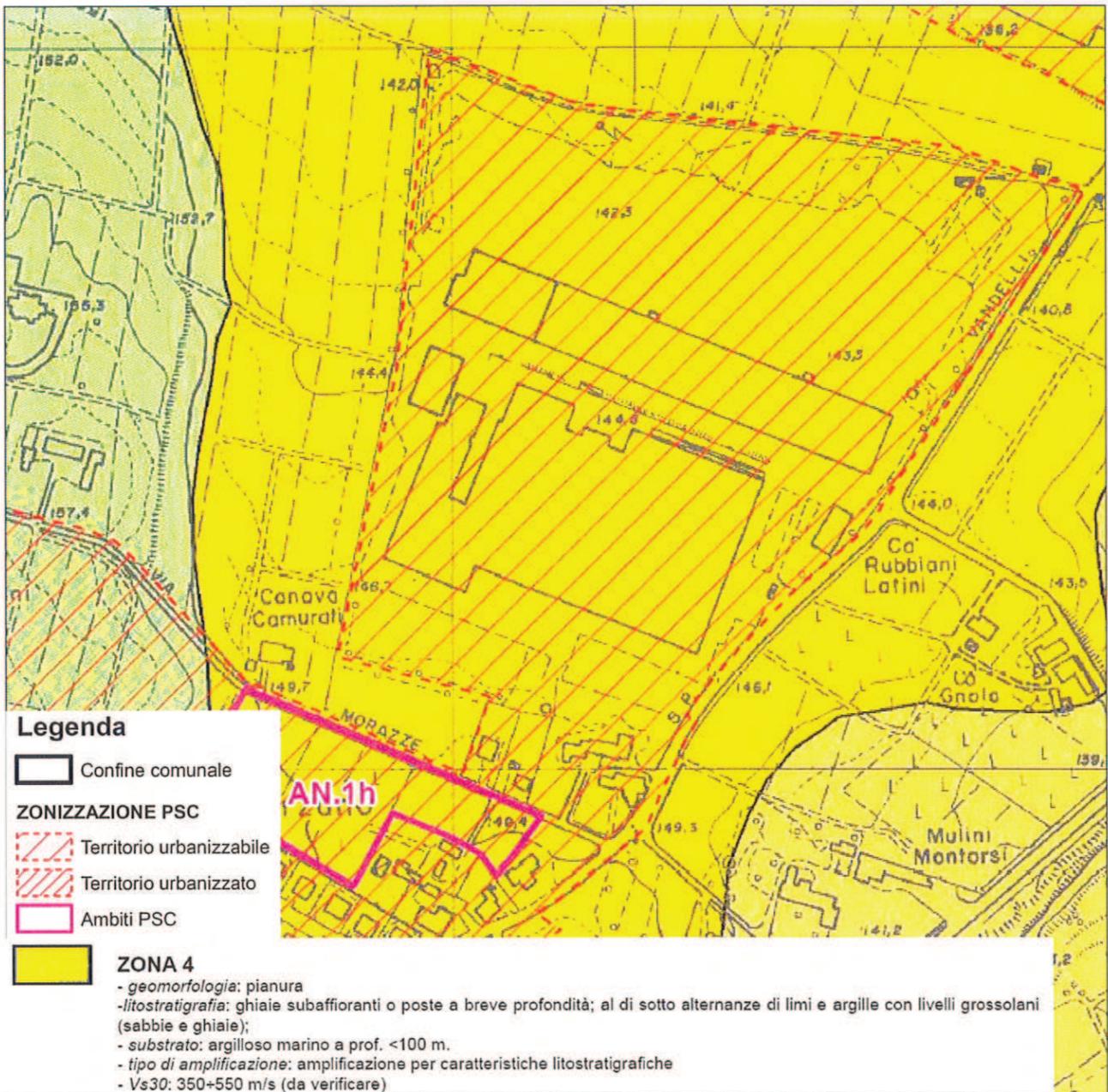


Figura 11 – Estratto Tav. 3 “Carta della pericolosità sismica” - PSC vigente del Comune di Maranello

Per la caratterizzazione sismica specifica dell'area di Variante sono stati utilizzati i dati della campagna geognostica appositamente eseguita sull'area, consistita nell'esecuzione di uno stendimento a sismica attiva con metodo MASW, realizzato nel terreno “naturale” lungo il limite settentrionale dell'area di studio la cui ubicazione è riportata nella seguente figura 12.



Figura 12 – Ubicazione stendimento sismico

L'indagine è stata utilizzata 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}).

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata. Il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna.

Di seguito si riporta il diagramma relativo all'indagine sismica eseguita e le tabelle con i valori numerici.

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
1,4	1,4	295
7,0	5,6	399
14,0	7,0	325
30,0	16,0	421

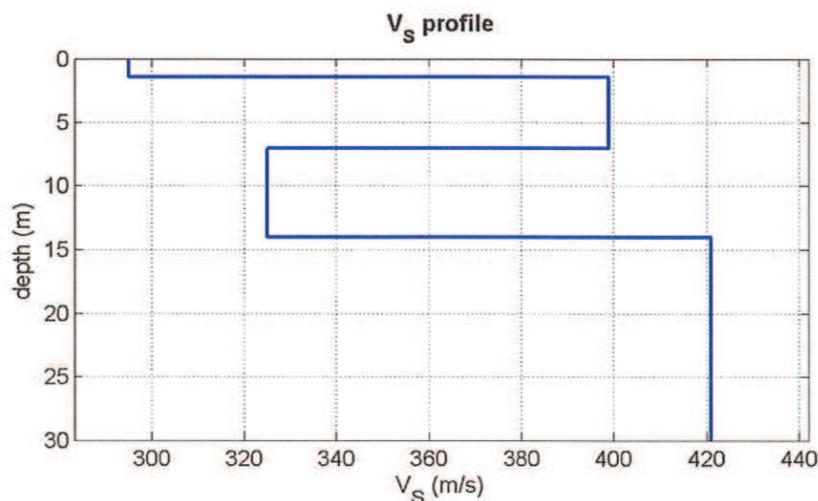


Figura 13 – Diagramma velocità/profondità-

Il valore V_{S30} è risultato essere pari a 383 m/sec.

Ulteriori riferimenti per la sismostratigrafia, anche se relativi all'area adiacente posta ad ovest (Ambito AN.1d – Maranello est), sono costituiti dalle conversioni delle Nspt (normalizzate), eseguite nel sondaggio a carotaggio continuo S1 e convertite in Vs, che hanno fornito valori di $V_{S30} = 357$ m/s; 410 m/s; 348 m/s; 558 m/s ed i risultati dell'indagine sismica allegata alla relazione di analisi di risposta sismica locale per gli ambiti POC (2008), a cura dello studio Viel & Sangiorgi. In prossimità dell'ambito AN.1d è stato eseguito uno stendimento MASW-ReMi 1; la prova è stata eseguita in corrispondenza della down-hole nell'ambito <AN.1d>, fornendo valori di $V_{S30} = 460$ m/s, in accordo con i valori ottenuti nel presente studio.

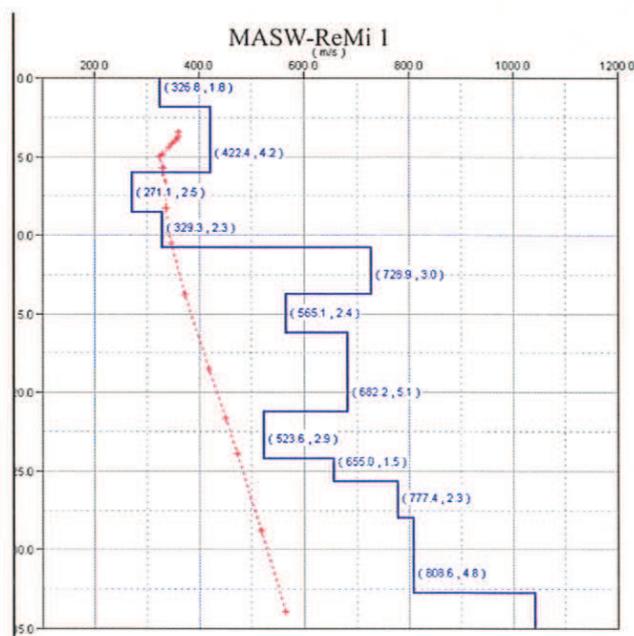


Figura 14 – Profilo di Vs calcolato in corrispondenza della MASW1 – POC 2008 (Fonte: Studio Viel & Sangiorgi (2008))

In tutti i casi la categoria del suolo di fondazione è risultata essere "B" "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

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

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche eseguite per il presente studio e di quelle di bibliografia, realizzate con tecniche MASW, 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 inferiori a 100 m dal p.d.c.; la velocità media delle onde "s" nei primi 30 m di terreno è risultata pari a 383 m/s.

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

F.A. P.G.A.:	1,6
F.A. $0,1s < T_0 < 0,5s$:	1,7
F.A. $0,5s < T_0 < 1s$:	1,9

3.3. Inquadramento geomorfologico ed idrologico

Sul territorio comunale, l'elemento regolatore principale è definito dal T. Tiepido, che scorre in prossimità dell'area d'indagine, mentre l'agente morfogenetico principale coincide con il reticolo idrografico che controlla sia direttamente (ruscellamento concentrato, erosione e trasporto di materiali) sia indirettamente (innesco per erosione al piede dei fenomeni franosi) i processi morfogenetici. Quest'azione modellatrice ha agito (durante il Quaternario) contemporaneamente al sollevamento differenziale del settore centrale e meridionale del territorio (settor collinare modenese) rispetto all'alta pianura con conseguente incisione e terrazzamento in più ordini gerarchici dei depositi alluvionali del T. Tiepido e formazione di un'ampia valle caratterizzata da estese superfici sub-pianeggianti o poco acclivi.

L'area di studio si trova per l'appunto, in prossimità della sponda sinistra del Torrente Tiepido, sul deposito terrazzato del torrente (b3), costituito dalle ghiaie e limi dell'Unità di Vignola; il lotto su cui sorgono gli stabilimenti ceramici, risulta contraddistinto da un'omogenea pendenza verso nord-est, con quote che variano tra circa 147 m s.l.m. nella zona meridionale e 142 m s.l.m. in quella settentrionale.

Quest'area del territorio comunale, posta a ovest del T. Tiepido ha subito negli ultimi 50-60 anni una forte pressione antropica che ha comportato un forte grado di urbanizzazione, tanto che in quest'area l'agente modellatore principale del paesaggio, è rappresentato dall'uomo.

Attualmente, l'erosione laterale del torrente interessa i suoi stessi depositi, a seguito di un progressivo approfondimento dell'alveo, favorendo quindi una sostanziale condizione di stabilità del versante sul quale non vi è alcuna evidenza di fenomeni franosi in atto o quiescenti.

Per una valutazione sulle condizioni di stabilità dell'area in esame si è fatto riferimento oltre che alla Carta Geomorfologica (Tav. 2) a corredo del QC del PSC di Maranello (figura 15), anche alla Tavola n. 2.1 "Rischio da frana: Carta del dissesto" del PTCP della Provincia di Modena¹, che non evidenzia nell'area fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

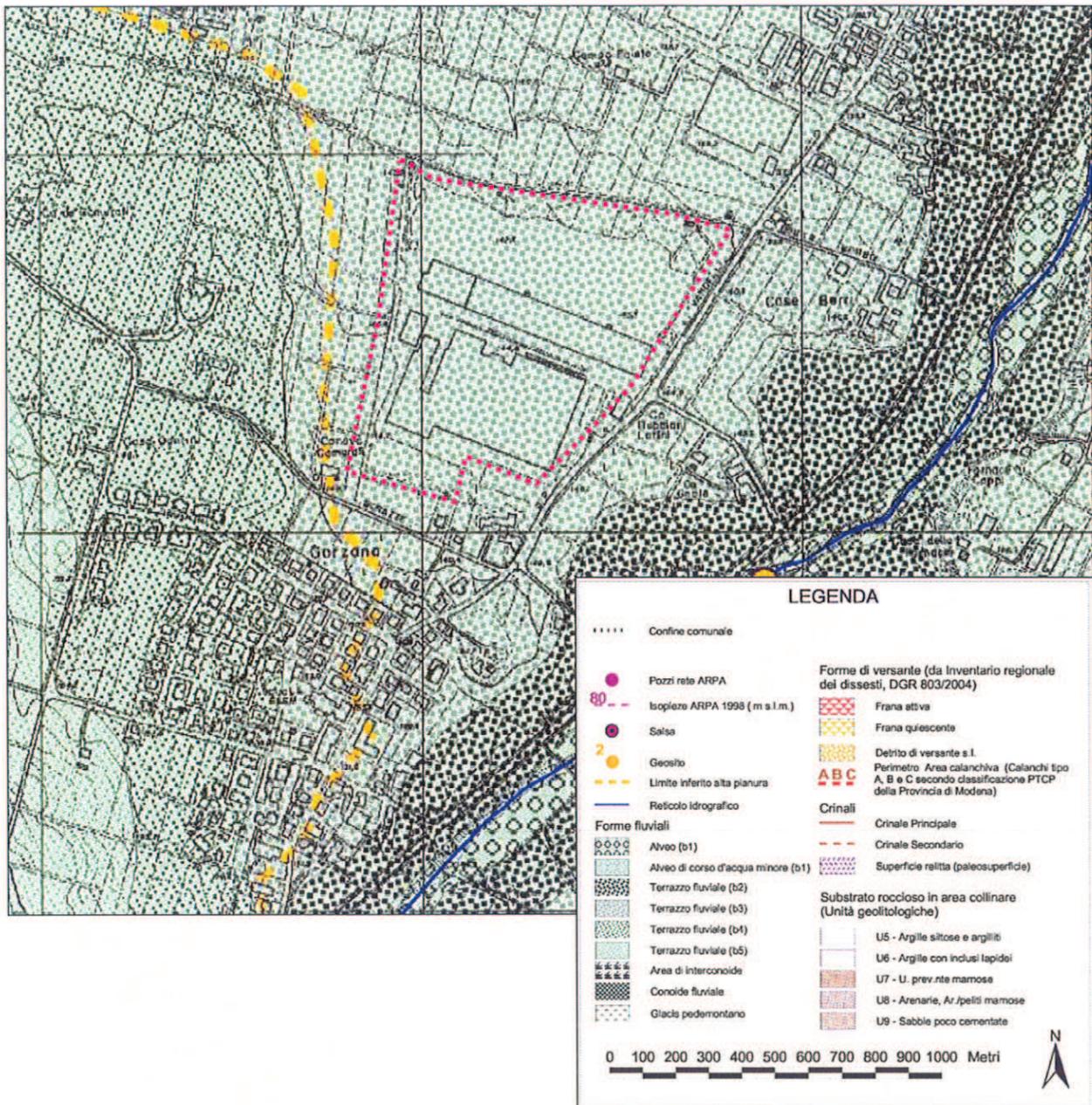


Figura 15 – Estratto Tavola n. 2 – Idrogeomorfologia (PSC Comune di Maranello)

¹ Variante Generale al PTCP della Provincia di Modena (Approvata con Del. di CP n.46 del 18/03/09)

Sotto il profilo idrologico, l'area in esame rientra all'interno del bacino del fiume Panaro; l'elemento principale del sistema idrografico superficiale è rappresentato dal Torrente Tiepido che, nell'area di studio, manifesta un andamento SW-NE; il corso d'acqua si origina nel comune di Serramazzoni ricevendo le acque del torrente Valle e del rio Morto a livello della S.P. Estense fra gli abitati di Valle e Riccò ed attraversa gran parte della provincia di Modena fino alla località Fossalta, dove confluisce in Panaro. Prima di immettersi in Panaro il torrente Tiepido riceve le acque di altri due torrenti: il Grizzaga ed il Gherbella. Il resto del reticolo idrografico dell'area è costituito da una fitta rete di rii e fossi minori.

3.4. Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame è ricompresa nella zona intravalliva dei terrazzi alluvionali del torrente Tiepido, generati dall'azione erosiva dei corsi d'acqua e caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie di canale, già a basse profondità dalla superficie, sovrastate da sottili spessori di materiali più fini pedogenizzati. Si tratta di acquiferi freatici molto sottili, alimentati dalle piogge locali, dai canali e dal drenaggio dei versanti adiacenti.

Lo studio geologico del sottosuolo della pianura emiliano romagnola, a cura del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna in collaborazione con AGIP, ha portato alla definizione di uno schema stratigrafico del sottosuolo valido a livello di bacino per i depositi alluvionali e marino marginali presenti nelle prime centinaia di metri del sottosuolo, riassumibile schematicamente nella Figura seguente.

PRINCIPALI UNITÀ STRATIGRAFICHE				ETA (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO			
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	UNITÀ DI VILLA DEL BOSCO	~0.12	PLIOSTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A1			
			FORMAZIONE DI GIMATELLO				A2			
	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITÀ DI CA DI SOLA	-0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B1					
	UNITÀ DI CA DI SOLA	UNITÀ DI BORGO PANICALE			B2					
QUATERNARIO MARINO	MLAZZANO SABBE e CASTELVETRO p.p. SABBE GALLE e NOLA p.p.	CALABRIANO e p. SABBE e MONTICHO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	SUPERSTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	-0.65	0.69	C	C1			
			SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE				C2			
			SUPERSTEMA DEL QUATERNARIO MARINO				SUBSTEMA QUATERNARIO MARINO 1	-1.0	PLEISTOCENE INFERIORE	C3
			SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2				-2.2	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	C4	
			SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1				-3.3-3.6	3.55	C5	
P2	FORMAZIONE di CASTELLARQUATO p.p.	SUPERSTEMA DEL PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE	PIUCCONE MEDIO SUPERIORE	-3.9	PIUCCONE INFERIORE MIOCENE	ACQUIFERO EASALE				

I depositi della pianura sono stati suddivisi in tre nuove unità stratigrafiche, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C: il Gruppo Acquifero A è il più recente ed ha un'età che va dall'Attuale sino a 350.000 – 450.000 anni; il Gruppo Acquifero B, intermedio, va da 350.000 – 450.000 anni sino a 650.000 circa; il Gruppo Acquifero C

è il più vecchio e va da 650.000 sino a oltre 3 milioni di anni. Il Gruppo Acquifero A ed il Gruppo Acquifero B sono costituiti principalmente da depositi alluvionali ed in particolare dalle ghiaie delle conoidi alluvionali, dai depositi fini di piana alluvionale e dalle sabbie della piana del Fiume Po; il gruppo acquifero C è formato principalmente da depositi costieri e marino marginali ed è costituito principalmente da pacchi di sabbie alternati a sedimenti più fini. In prossimità dei principali sbocchi vallivi il gruppo acquifero C contiene anche delle ghiaie intercalate alle sabbie, che costituiscono i delta conoide dei fiumi appenninici durante il Pleistocene inferiore e medio.

Esiste una corrispondenza tra i Gruppi Acquiferi (definiti come Unità Idrostratigrafiche) e le Unità Stratigrafiche utilizzate nella Carta Geologica d'Italia. Nello specifico, il Gruppo Acquifero A corrisponde al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), il Gruppo acquifero B al Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI), il Gruppo Acquifero C a diverse unità affioranti nell'Appennino, la più recente delle quali è la Formazione delle Sabbie Gialle di Imola (IMO).

Facendo pertanto riferimento allo schema stratigrafico proposto nel paragrafo precedente, s'individua un primo orizzonte acquifero, costituito dalle ghiaie caratterizzanti gli strati più superficiali, presenti sino a circa 8-9 m dal p.d.c., che possono essere ricondotte al Gruppo Acquifero A; si tratta di un orizzonte superficiale poco significativo, alimentato principalmente dall'infiltrazione dalla superficie in cui si può riconoscere una falda stagionale semi-confinata, contraddistinto da una permeabilità primaria o per porosità di grado da medio ad elevato ($k \cong 1 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-3}$ cm/s).

Un secondo orizzonte acquifero di maggior importanza e produttività si riconosce invece alla profondità di circa 40 m, con una potenza di 15-20 ed è ascrivibile al Gruppo Acquifero B.

I dati più aggiornati della piezometria e soggiacenza riferiti all'area in esame, sono quelli forniti da Arpa Modena all'interno del Report "Acque sotterranee caratteristiche quali – quantitative anni 2010-2011"; secondo tali dati la falda confinata presenta valori di soggiacenza elevati, che si attestano intorno ai 15-20 m rispetto al p.c. o superiori. In quest'area, prossima al torrente Tiepido, non si esclude tuttavia la presenza di orizzonti saturi sospesi a profondità minori, dove si può configurare una filtrazione dalla falda di subalveo verso le fasce perfluviali con alimentazione diretta da parte del corso d'acqua.

Nell'ambito del progetto di Caratterizzazione ambientale dell'area in cui è ubicato lo stabilimento ceramico di proprietà del Gruppo Ricchetti, sono stati realizzati due piezometri, al fine di caratterizzare anche le acque sotterranee e quindi valutarne lo stato qualitativo in relazione alla presenza dello stabilimento industriale: uno è stato realizzato a monte ed uno a valle dello stabilimento.

I piezometri tipo norton sono stati realizzati spingendo la perforazione almeno per un metro entro le argille presenti al di sotto del primo livello ghiaioso ospitante la falda freatica da monitorare. Come evidenziato nella trattazione delle condizioni stratigrafiche ed idrogeologiche dell'area, l'acquifero freatico superficiale

ospitato dalla bancata ghiaiosa rinvenibile nell'area sino alla profondità di 6-10 m dal pdc, è, almeno localmente, nettamente separato dagli acquiferi più profondi da un potente strato argilloso dello spessore di circa 30 m, come evidenziato anche dalla stratigrafia del pozzo perforato al limite settentrionale dello stabilimento (Figura 16).

Stratigrafia del pozzo		
Dal p.c.	a m. 2.00	Argilla vegetale, aerata e poco compatta per rimaneggiamento
Da m. 2.00	a m. 6.00	Argilla mescolata con ghiaia di diverse dimensioni
Da m. 6.00	a m. 8.00	Ghiaia sabbia limosa con argilla umida
Da m. 8.00	a m.25.00	Argille compatte di colore grigio/azzurre
Da m.25.00	a m.30.00	Argille compatte con tracce di alterazione di colore giallognolo
Da m.30.00	a m.40.00	Argilla grigio/azzurra
Da m.40.00	a m.41.50	Ghiaietto piu' materiale argilloso
Da m.41.50	a m.47.00	Ghiaia grossolana con limo argilloso
Da m.47.00	a m.57.00	Ghiaia sabbia e limo umidi (presenza d' acqua)
Da m.57.00	a m.74.00	Sabbia e limo sabbioso compatto di colore giallo, spesso presentano struttura molassica, si tratta di depositi Calabriani
Da m.74.00	a m.77.00	Argille grigio/azzurre del Pliocene

Figura 16 – Stratigrafia del pozzo di proprietà dello stabilimento e collocato al suo margine settentrionale.

All'interno dei piezometri è stata rinvenuta una falda acquifera molto esigue avente soggiacenza di circa 4.7 m nel PZ1 di monte e di 7.3 m nel PZ2 di valle.

Si segnala infine che la quasi totalità dell'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 17); in fase progettuale sarà pertanto necessario rispettare le indicazioni normative previste dalle NTA del PSC per tali aree (Art. 15 e 16).

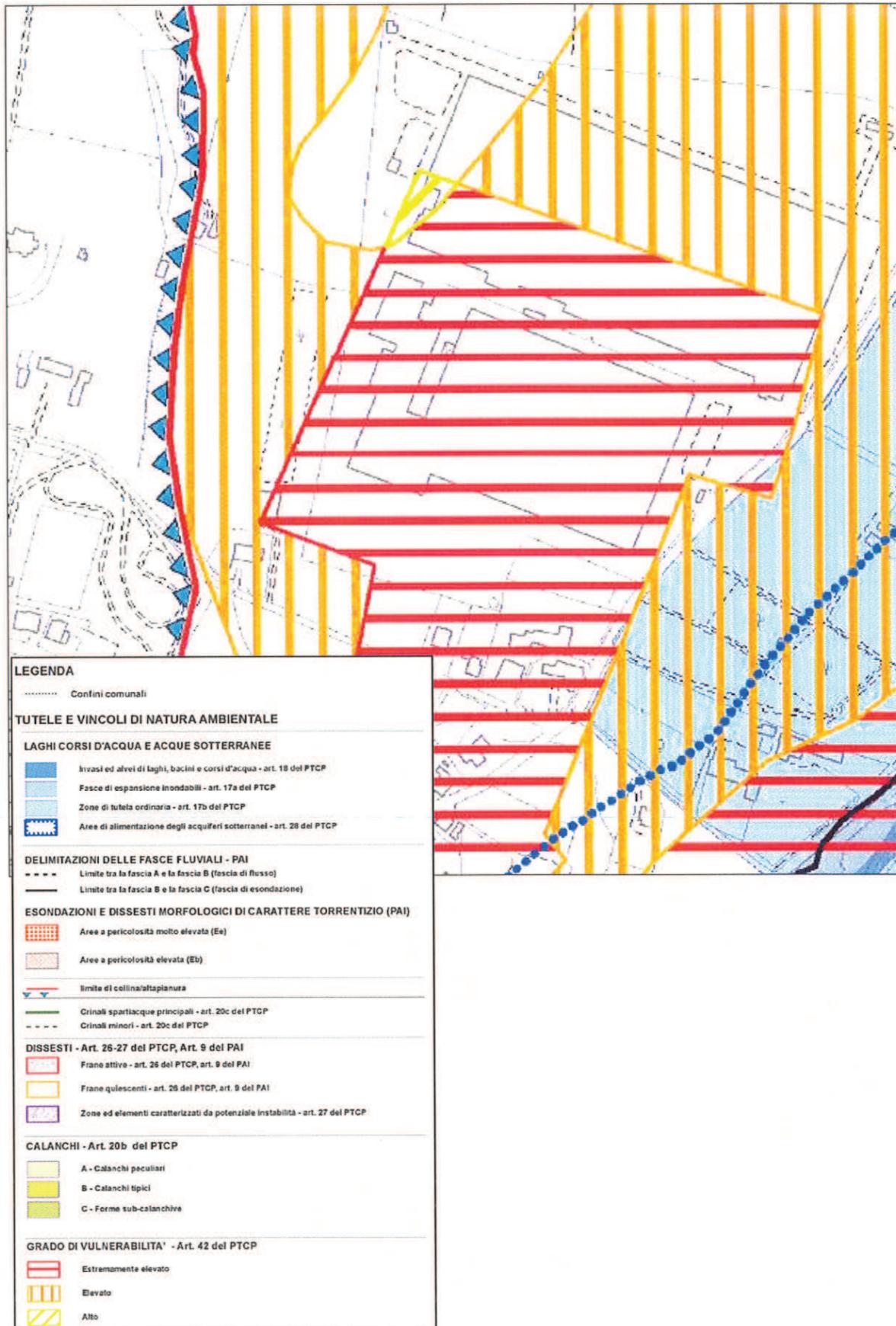


Figura 17 – Estratto Tav. 2 “Tutele e vincoli di natura ambientale” – PSC vigente del Comune di Maranello

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI VARIANTE

La Variante 2013 al PSC prevede la trasformazione di un ambito attualmente classificato come APC.i ovvero con prevalenza di attività industriali (cfr. figura 18), in un ambito, di uguale estensione che sarà destinato ad ambito di riqualificazione AR.2 in parte (zona centro meridionale) destinato a trasformazione urbanistica ed in parte a riqualificazione ambientale (cfr. figura 19)

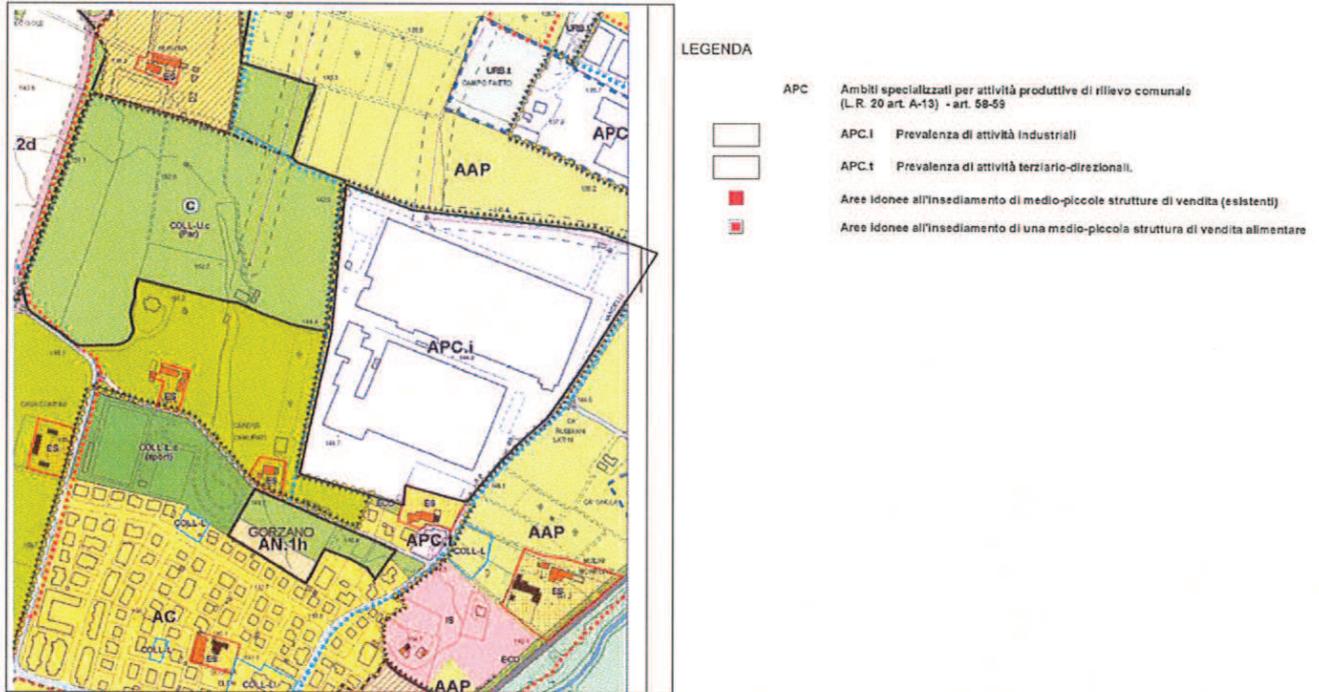


Figura 18 – Estratto Tav. 1 “Ambiti e trasformazioni territoriali” – PSC di Maranello

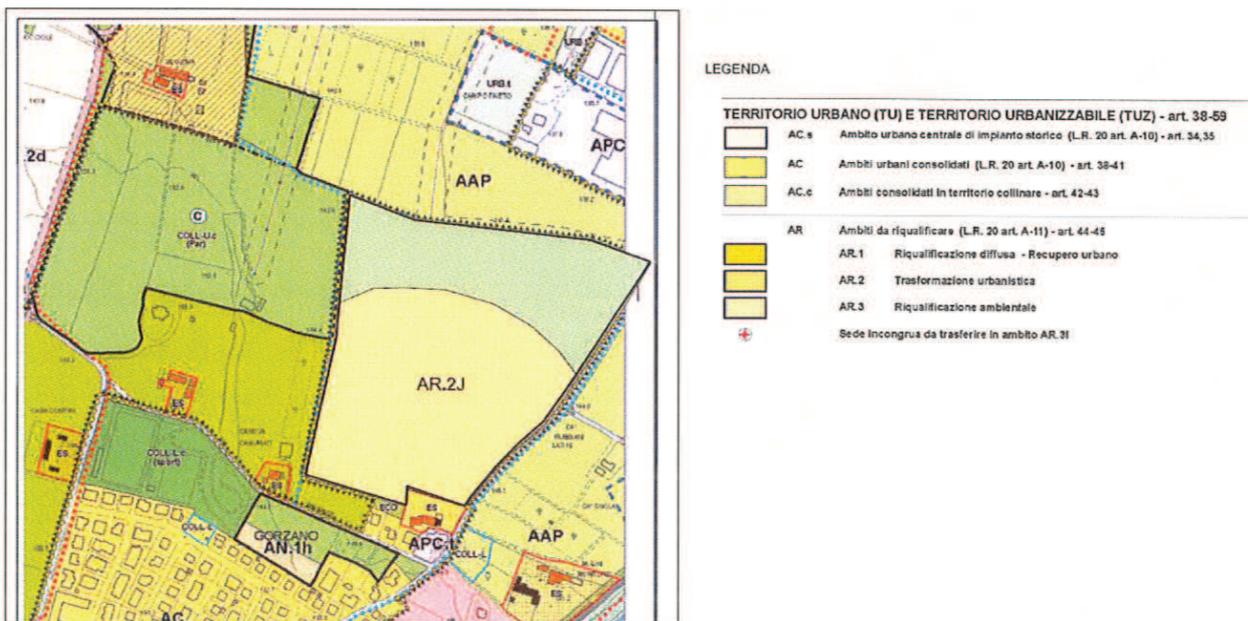


Figura 19 – Variante PSC di Maranello

5. SINTESI DELL'ANALISI DEI DATI RACCOLTI E CONCLUSIONI

Dall'analisi integrata dei dati scientifici disponibili in bibliografia, delle osservazioni di campagna effettuate durante il sopralluogo e dalle indagini geognostiche e sismiche eseguite sull'area, 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 oggetto**. 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 debole 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 valori di coesione media $c_u = 80$ kPa e pressione ammissibile $Q_{ad} = 140$ kPa; tali depositi sono seguiti da uno strato dello spessore di alcuni metri di ghiaie a matrice sabbiosa e limosa, seguito quindi da litotipi fini (limi e limi argillosi) sino a circa 40 m. Il substrato Pliocenico si rinviene a profondità inferiori ai 100 m.

Per la caratterizzazione sismica del terreno di sottofondazione è stato appositamente eseguito nell'area (limite occidentale) uno stendimento sismico MASW, che ha restituito un valore di V_{s30} pari a 383 m/s da cui si può inserire il terreno in esame nella categoria B *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)"*.

I dati ottenuti sono sostanzialmente in accordo con le indagini eseguite nell'ambito della redazione del POC di Maranello per l'area attigua a quella in esame, denominata Ambito AN.1d – Maranello est (MASW 1 e Sondaggio S1)

L'indagine sismica ha permesso di 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 inferiori a 100 m dal p.d.c.; la velocità media delle onde "s" nei primi 30 m di terreno è risultata pari a 383 m/s. Pertanto, i fattori di amplificazione sismica sono risultati pari a: F.A. P.G.A.: 1,6; F.A. $0,1s < T_0 < 0,5s$: 1,7; F.A. $0,5s < T_0 < 1s$: 1,9.

Si consiglia, in fase esecutiva, di approfondire le indagini geognostiche attraverso un'apposita campagna geognostica che dovrà interessare specificatamente le aree oggetto di trasformazione edilizia, per ricavare in maniera circostanziata dati quantitativi relativi ai principali parametri geotecnici del terreno.

Da un punto di vista idrogeologico, l'area si pone in una zona di terrazzo fluviale e si caratterizza per la presenza di un primo orizzonte acquifero, costituito dalle ghiaie caratterizzanti gli strati più superficiali, presenti sino a circa 8-9 m dal p.d.c., che possono essere ricondotte al Gruppo Acquifero A definito dalla RER; si tratta di un orizzonte superficiale poco significativo, alimentato principalmente dall'infiltrazione dalla superficie in cui si può riconoscere una falda stagionale semi-confinata, contraddistinto da una permeabilità primaria o per porosità di grado da medio ad elevato ($k \cong 1 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-3}$ cm/s).

Un secondo orizzonte acquifero di maggior importanza e produttività si riconosce invece alla profondità di circa 40 m, con una potenza di 15-20 ed è ascrivibile al Gruppo Acquifero B della RER.

I dati più aggiornati della piezometria e soggiacenza riferiti all'area in esame, sono quelli forniti da Arpa Modena all'interno del Report "Acque sotterranee caratteristiche quali – quantitative anni 2010-2011"; secondo tali dati la falda confinata presenta valori di soggiacenza elevati, che si attestano intorno ai 15-20 m rispetto al p.c. o superiori, che permette quindi di escludere eventuali interferenze con le normali tipologie costruttive ipotizzabili per la zona e con le normali strutture fondali.

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

Si segnala infine che la quasi totalità dell'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.

Modena, 09/12/2013

Il Tecnico incaricato

Dott. Geol. Valeriano Franchi



