Dr. Geol. STEFANO CASTAGNETTI
GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
STUDI A CARATTERE DI PROTEZIONE CIVILE
via Argini Sud, 24 - 43030 BASILICANOVA (PR)
☎e fax 0521.681244 - 338.8740794
e-mail: studio@stefacasta.it - PEC: stefano@pec.stefacasta.it

PSCRE
PIANO STRUTTURALE COMUNALE
DI REGGIO EMILIA

ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Secondo livello di approfondimento

Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007

SECONDO STRALCIO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

il tecnico incaricato:
Dott. Geol. Stefano Castagnetti

con la collaborazione di Dott. Geol. Marco Baldi

Aprile 2010

INDICE

1. INTRODUZIONE 1
2. COMPARTO POLO DELLA CULTURA 6
3. COMPARTO RESIDENZIALE PARCO OTTAVI 15
4. COMPARTO RESIDENZIALE FOGLIANO 23
5. COMPARTO RESIDENZIALE ACQUE CHIARE 31
6. AREA RESIDENZIALE MASONE 37
7. COMPARTO RESIDENZIALE CADÈ 41
8. AREA RESIDENZIALE CODEMONDO 45
9. AREA RESIDENZIALE REGGIA DI RIVALTA 49
10. AREA RESIDENZIALE RONCOCESI 53

1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Reggio Emilia sono state eseguite le analisi del rischio sismico, ai fini della valutazione della Risposta Sismica Locale e la Microzonazione Sismica del territorio indagato a supporto della formazione del Piano Strutturale Comunale.

Più in particolare sono state esaminate alcune aree situate nel Capoluogo e nelle Frazioni, quale integrazione del primo stralcio di aree redatto in data Gennaio 2009 e delle analisi relative al Piano di Riqualificazione Urbana del sistema portante: Piazza della Vittoria – Piazza Martiri del 7 luglio – Piazza Prampolini.

Anche tale lavoro si è posto in diretta continuità con le attività connesse alle analisi di carattere geologico condotte in sede di predisposizione dello Studio Geologico-Ambientale a supporto del Quadro Conoscitivo a cura di INTERGEO srl, nel cui ambito è stata elaborata la Carta Comunale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali e Attesi (cfr. Tav. 8 – Studio geologico-ambientale QC), secondo le indicazioni contenute nel PTCP adottato della Provincia di Reggio Emilia.

Le analisi sono state svolte nel rispetto di quanto previsto dall'*Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*", approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007 e costituiscono il "secondo livello di approfondimento".

A tal proposito in considerazione della morfologia pianeggiante e sub-pianeggiante del territorio, è stata eseguita un'analisi semplificata, che ha l'obiettivo di valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale, per la successiva elaborazione della Carta di microzonazione sismica.

Entrando nel dettaglio del presente lavoro sono stati sottoposti ad analisi i seguenti comparti di trasformazione urbanistica (v. Tav. 1):

- Comparto "Polo della Cultura"
- Comparto residenziale Parco Ottavi
- Comparto residenziale Fogliano
- Area residenziale Acque Chiare
- Area residenziale Bagno (Masone)
- Comparto residenziale Cadè
- Area residenziale Codemondo
- Area residenziale Reggia di Rivalta

- Area residenziale Roncocesi

Allo scopo di definire il modello geologico del sottosuolo (profondità del bedrock sismico, dello spessore del deposito di copertura, ecc.) e la ricostruzione dei profili di velocità di propagazione delle onde di taglio "S" nei comparti in esame, è stata eseguita una specifica campagna di indagini, consistita nell'esecuzione di:

- n° 11 prove penetrometriche statiche spinte alla profondità di –30.00 m dal piano campagna o, in alcuni casi, a quote minori a causa del raggiungimento delle condizioni di rifiuto all'avanzamento;
- n° 5 rilievi sismici a rifrazione ad Onde Vp e n° 12 rilievi geofisici di tipo sismico a rifrazione, con determinazione delle Vs30 mediante inversione (metodo MASW).

Sono stati altresì acquisiti i dati del sottosuolo contenuti nella banca dati geognostica (database geognostico) messa a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. Inoltre grazie alle nuove funzionalità del sito web *"Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola"* elaborato dal citato Servizio Geologico regionale, sono stati estratti dati utili al presente studio.

Infine, nell'ottica di una valorizzazione pubblica del patrimonio conoscitivo di ambito geologico, sono stati acquisiti ulteriori dati reperiti nelle Relazioni geologiche prodotte a corredo di opere pubbliche e di Piani Urbanistici Attuativi, ai fini del rilascio del parere di compatibilità sismica, previsto dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 1677 del 24/10/2005 *Prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 recante "Norme tecniche per le costruzioni"*.

La documentazione in questione è stata individuata ed acquisita attraverso una meticolosa ricerca condotta presso gli archivi del Comune di Reggio Emilia, con il fondamentale ausilio del Personale del Servizio Pianificazione.

Tutte le indagini raccolte sono state georeferenziate e sono state inserite in un apposito database geognostico, che si è affiancato al Database geognostico fornito dalla Regione Emilia-Romagna.

Al fine di agevolare la lettura dei dati e la valutazione delle risultanze, la presente Relazione è stata organizzata per schede distinte per singolo comparto. Le schede inquadrano il territorio in esame sotto il profilo geologico, idrogeologico, litostratigrafico, geomeccanico e sismico.

Più in particolare vengono descritte le coperture alluvionali affioranti con riferimento alla nuova *"Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG"*, elaborata secondo i concetti di stratigrafia sequenziale (metodo stratigrafico che utilizza le discontinuità e le superfici di

TAV. 1 - COROGRAFIA

CADE'

RONCOCESI

POLO DELLA CULTURA

PARCO OTTAVI

CODEMONDO

RIVALTA

ACQUE CHIARE

FOGLIANO

MASONE

Cella

Sesso

Mancasale

La Bassa

REGGIO EMILIA

Case Nuove

Gavasseto

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

0 500 1.000 2.000
Meters

Base cartografica: BTU Comune Reggio Emilia

continuità ad esse correlabili, per suddividere la successione sedimentaria in sequenze deposizionali).

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici sono state rappresentate le curve isopiezometriche riferite al livello del mare, la direzione di flusso della falda e il grado di vulnerabilità naturale degli acquiferi sotterranei all'inquinamento. Tali informazioni sono state derivate dalle specifiche cartografie prodotte a livello di Studio geologico-ambientale del Quadro Conoscitivo.

Le carte delle indagini geognostiche riportano i seguenti elementi:

- le indagini geognostiche appositamente fatte eseguire ai fini della presente attività (campagna di indagini 2010), distinte per tipologia (prove penetrometriche e indagini sismiche);
- le prove del Database geognostico della Regione Emilia-Romagna (distinte per tipologia);
- le ulteriori indagini geognostiche acquisite mediante la ricerca di archivio eseguita presso il Comune di Reggio Emilia (distinte per tipologia);
- le classi degli effetti attesi, derivate dalla Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali e attesi, prodotta a livello di Quadro Conoscitivo.

Per ciascuna area di trasformazione esaminata è stata definita la Categoria del sottosuolo di fondazione, secondo quanto previsto dall'OPCM n° 3274/2003 e dal D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

Tali norme individuano 7 categorie del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo. In particolare i parametri da considerare (cfr. tab. 1) sono riferiti alla velocità delle onde di taglio mediate nei primi 30 metri al di sotto della fondazione (V_{S30}) o il numero di colpi della prova SPT (N_{SPT}) o la coesione non drenata dei depositi coesivi (c_u).

Categoria di sottosuolo e descrizione		V_{S30}	N_{SPT}	c_u
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_S30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	>800 m/s		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensate o terreni a grana fina 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 e 800 m/s (ovvero N_{SPT30}>50 nei terreni a grana grossa e c_{u30}>250 kPa nei terreni a grana fina)	360÷800 m/s	>50	>250 kPa
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 e 360 m/s (ovvero 15<N_{SPT30}<50 nei terreni a grana grossa e 70<c_{u30}<250 kPa nei terreni a grana fina)	180÷360 m/s	15÷50	70÷250 kPa
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_S30 inferiori a 180 m/s (ovvero N_{SPT30}<15 nei terreni a grana grossa e c_{u30}<70 kPa nei terreni a grana fina)	<180 m/s	<15	<70 kPa
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V_S30>800 m/s)			
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_S30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10<c_{u30}<20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	<100 m/s		10÷20 kPa
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Tabella 1 – Categoria del sottosuolo di fondazione - D.M. 14/01/2008 Norme tecniche delle costruzioni (Tabb. 3.2.II e 3.2.III mod.)

Infine è stata elaborata la Carta di Microzonazione Sismica (**MZS**) delle parti di territorio indagate, corredata dai valori dei fattori di amplificazione sismica (**F.A.**) rispetto ad un suolo di riferimento (Suolo A – Eurocodice 8 parte 1), calcolati sulla base delle apposite tabelle contenute nell'allegato 2 all'Atto di Indirizzo e coordinamento tecnico di cui alla DAL 112/2007.

I fattori di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (**PGA/PGA_0**) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner (**SI/SI_0**) per prefissati intervalli di periodi (**0.1s < To < 0.5s** e di **0.5s < To < 1.0s**), dove PGA_0 e SI_0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Più in particolare per i comparti in questione è stata impiegata la tabella denominata *"Pianura 2"*, in quanto ricadono tutti in un ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti

di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (>100 m da p.c.), qui costituito dal tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino.

La Carta di MZS indica quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento possono essere attuati senza la necessità di eseguire nuove indagini e quali, viceversa, dovranno essere subordinati allo svolgimento di ulteriori indagini (analisi di terzo livello di approfondimento).

Tuttavia è opportuno ricordare che queste ultime sono comunque richieste per:

- le aree soggette a densificazione e liquefazione;
- le aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico;
- le aree in cui è previsto l'insediamento di Aziende a rischio di incidente rilevante (RIR).

Inoltre, relativamente agli areali per i quali durante le analisi di primo livello sono stati evidenziati caratteri predisponenti alla liquefazione o al manifestarsi di cedimenti post-sismici, è stata effettuata una prima valutazione della possibilità di occorrenza di tale fenomeno.

Per tutte le situazioni verificate sono emerse risultanze tali da poter escludere in via di massima l'occorrenza di tali fenomeni; tuttavia in considerazione del limitato numero di indagini eseguite nella presente fase, viene di norma richiesto che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza o meno dei fenomeni. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

Per tutte le cartografie prodotte quale base topografica è stata utilizzata la BTU fornita dal Comune di Reggio Emilia.

La presente Relazione è corredata dai seguenti allegati:

- Allegato 1 – Prove penetrometriche statiche
- Allegato 2 – Rilievi geofisici di tipo sismico a rifrazione

Gli studi per il terzo livello di approfondimento dovranno essere acquisiti nella fase di predisposizione e approvazione del POC, disciplinati dallo stesso e per i progetti la cui approvazione costituisce variante al POC; inoltre potranno essere prescritte dal POC stesso quale contenuto essenziale dei Piani Urbanistici Attuativi, qualora il POC ne preveda la predisposizione e approvazione in una fase successiva.

2. COMPARTO POLO DELLA CULTURA

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione si colloca all'ingresso Ovest del Capoluogo e coinvolge un ampio areale (circa 51,5 ha) compreso tra la Tangenziale nord e il comparto residenziale Parco Ottavi a sud.

Il centro del comparto è individuato dalla rotatoria tra la via Emilia e l'asse attrezzato via Chopin – via Hiroshima.

USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione hanno subito una intensa antropizzazione ed in particolare nel settore a nord della via Emilia e ad est di via Chopin sono quasi completamente occupate da fabbricati a destinazione produttiva e/o commerciale e, in subordine, residenziale. L'unica eccezione è rappresentata dalla sede del Consorzio del Parmigiano – Reggiano, che dispone di un'ampia area a verde.

Viceversa il settore a sud della via Emilia e ad ovest di via Chopin si caratterizza per una prevalenza di verde agricolo.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova *"Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG"*, i depositi affioranti sono attribuibili al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 2a). Si tratta di alternanze di argille e argille limose con intercalazioni ghiaiose, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica, caratterizzate dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro.

Tali depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico il comparto, situato a quote comprese tra 50 e 47 m s.l.m., è caratterizzato da una ridotta pendenza verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale, un tempo costituita da una rete scolante e irrigua sviluppata nel settore compreso tra il T. Modolena ad ovest e il T. Crostolo ad est, è stata obliterata dall'urbanizzazione ed è stata sostituita dalla rete fognaria.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –130 m s.l.m. (–180 m da p.c.).

I dati del livello di falda rilevati nel corso dell'indagine, indicano valori di soggiacenza compresi tra –1.40 e –3.00 m dal piano campagna. In effetti, in particolare a seguito di periodi piovosi, la soggiacenza si riduce a quote prossime al piano campagna, in relazione all'instaurarsi di una falda superficiale a carattere stagionale.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-est (Tav. 2b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, il settore settentrionale del comparto presenta un grado di vulnerabilità medio, mentre il settore meridionale risulta a grado di vulnerabilità alto (Tav. 2b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche statiche (Tav. 2c), impiegando un penetrometro da 10 t automontato, dotato di strumento con sistema di misurazione Gouda, munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" (cfr. All. 1).

Inoltre si è fatto riferimento ad ulteriori indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 2c). Dati di particolare interesse sono costituiti dai sondaggi eseguiti nell'ambito della progettazione del Direzionale "Volo".

Ai fini della determinazione delle Vs30 sono stati eseguiti n° 3 rilievi sismici con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (MW_6 - MW_7 - MW_12). Inoltre in corrispondenza delle basi sismiche MW_7 e MW_12, sono state eseguiti rilievi sismici a rifrazione denominati rispettivamente "B" ed "E" (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

Data l'estensione e la complessa articolazione del comparto, l'assetto litostratimetrico mostra una certa variabilità. Tuttavia può essere schematicamente descritto come una potente copertura fine di depositi argillosi e argilloso-limosi, intercalati da un livello plurimetrico di depositi granulari, prevalentemente ghiaiosi e in subordine sabbiosi, ad andamento lentiforme (Fig. 1).

Le intercalazioni sono state rinvenute a quote variabili, oscillanti da un minimo di –6.00 m dal p.c. in CPT3, ad un massimo di –9.00 m dal p.c. in CPT6, indicando un approfondimento del tetto dei depositi granulari spostandosi verso la parte settentrionale del comparto.

In qualche caso (ad ex. CPT5) a causa della presenza di livelli grossolani caratterizzati da ciottoli di maggiori dimensioni o a elevato grado di addensamento, si è determinato l'arresto anticipato dei sondaggi penetrometrici.

I dati litostratimetrici estratti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che i depositi argilloso-limosi sottostanti il livello ghiaioso, si spingono sino alla quota di -45÷50 m da p.c. dove è presente nuovamente un livello grossolano di spessore metrico.

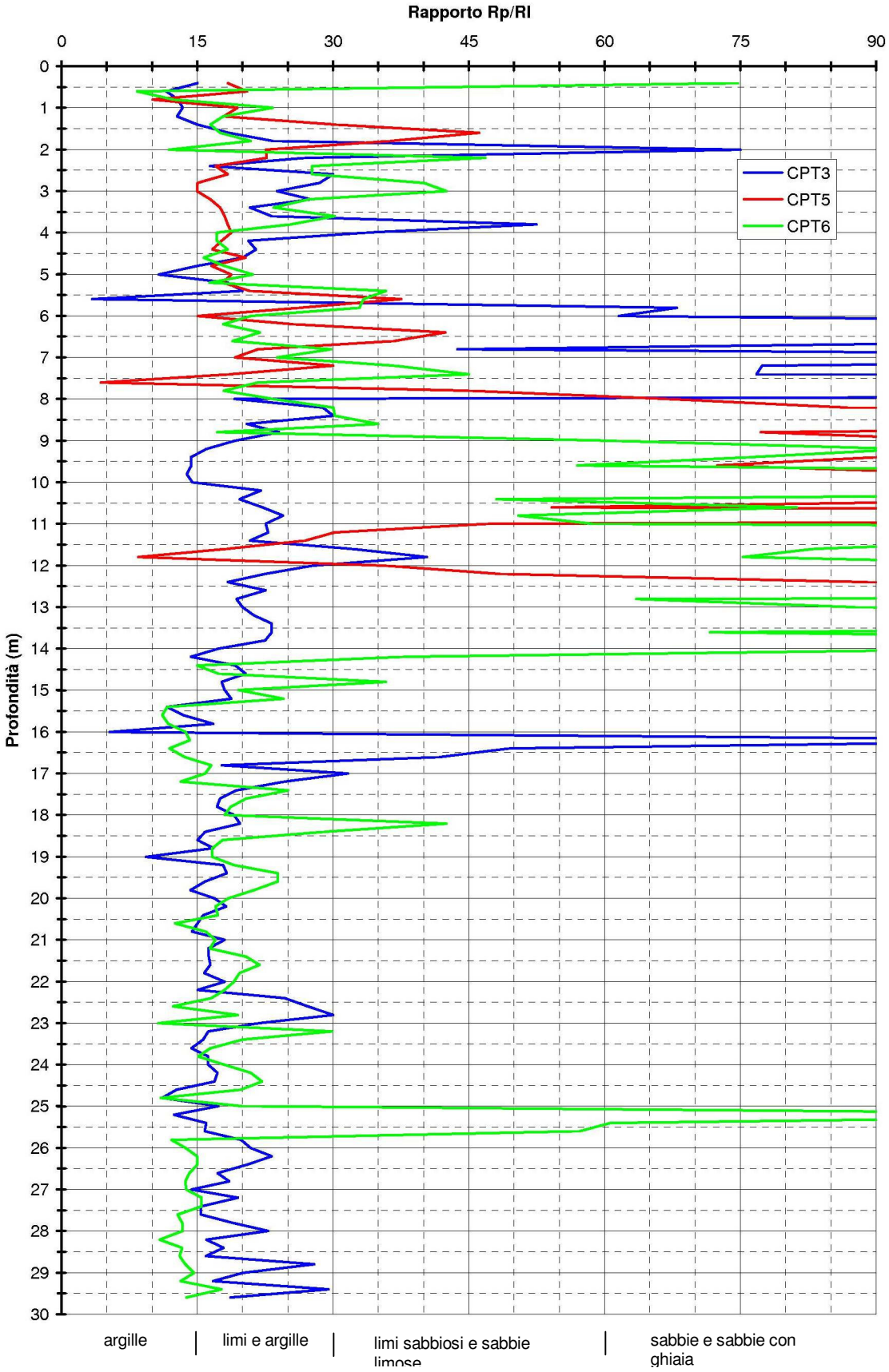


Fig. 1 – Diagramma di confronto del rapporto Rp/Rl delle prove penetrometriche eseguite

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I diagrammi penetrometrici (Fig. 2), evidenziano la presenza di terreni a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di consistenza variabile da bassa a discreta.

I valori di resistenza alla punta (Rp) sono mediamente compresi tra 10 e 30 kg/cm^2, all'interno dei depositi fini sovrastanti il livello ghiaioso-sabbioso, con locali riduzioni al di sotto dei 10 kg/cm^2 generalmente di spessore contenuto.

Viceversa in corrispondenza dei depositi granulari si sono osservati bruschi incrementi dei valori di Rp, con picchi superiori a 100 kg/cm^2.

La Rp torna nuovamente a ridursi in corrispondenza dei depositi fini sottostanti l'orizzonte ghiaioso, attestandosi su valori mediamente compresi tra 15 e 30 kg/cm^2 sino alla profondità di circa -20 m da p.c.. Al di sotto di tale quota si registra un aumento di consistenza dei depositi, con valori di Rp oscillanti tra 20 e 50 kg/cm^2.

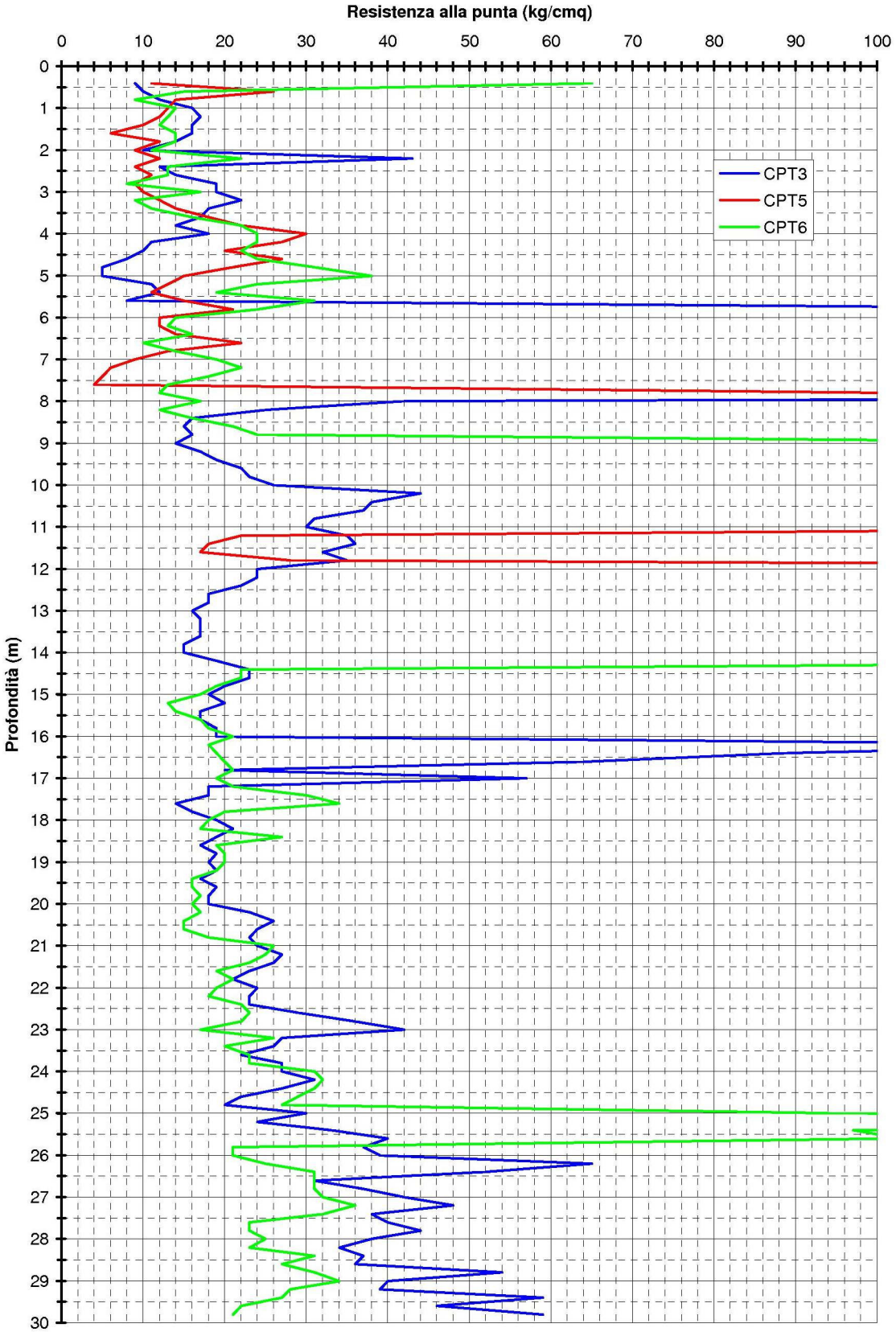


Fig. 2 – Diagramma di confronto delle resistenze alla punta delle prove penetrometriche eseguite

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Per la valutazione dell'andamento delle onde longitudinali (P) nel sottosuolo sono state effettuate n° 2 prove sismiche di superficie. Le sezioni interpretative (Figg. 3 e 4) indicano l'andamento generale dei limiti tra i diversi livelli (rifrattori sismici), mentre le velocità riportate sono indicative dell'andamento generale della velocità dell'onda sismica nello strato considerato.

In corrispondenza della linea sismica "B", eseguita con azimut N-S, lo strato superficiale, di spessore 5.5÷7.2 m, ha restituito bassi valori dell'ordine di 310÷380 m/s.
Viceversa lo strato sottostante, coincidente con i depositi ghiaioso-sabbiosi, ha restituito velocità delle onde P pari a 1350÷1540 m/s. Il rifrattore sismico, pertanto, individua l'andamento del tetto dei depositi grossolani lungo lo stendimento della prova, mentre lo spessore degli stessi, dell'ordine di circa 5 metri, non viene evidenziato in quanto il tipo di indagine non consente di rilevare l'inversione di velocità connessa ai sottostanti depositi fini.

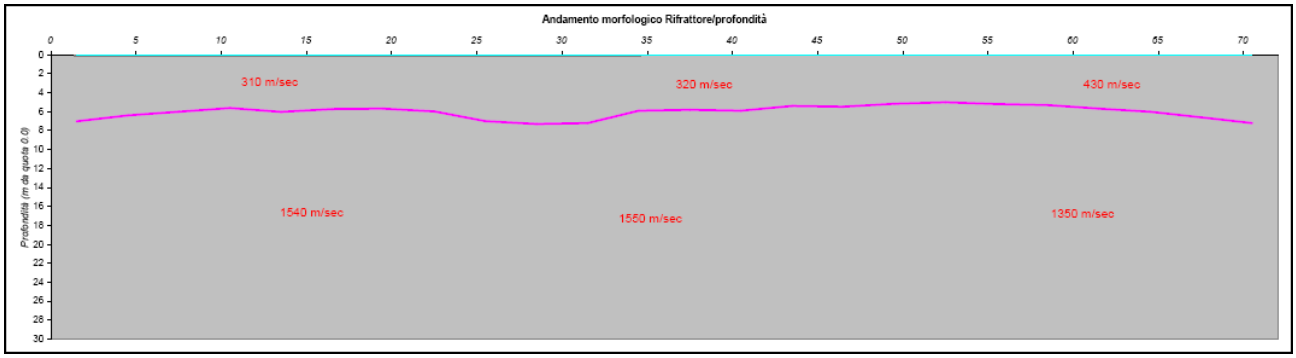


Fig. 3 – sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della linea sismica "B"

Dati analoghi sono emersi in corrispondenza della linea sismica "E", eseguita a sua volta con azimut ESE-ONO.

Lo strato superficiale, di spessore 5.5÷8.0 m, ha restituito valori leggermente più elevati dell'ordine di 470÷610 m/s, mentre lo strato sottostante ha restituito velocità delle onde P pari a 1250÷1350 m/s.

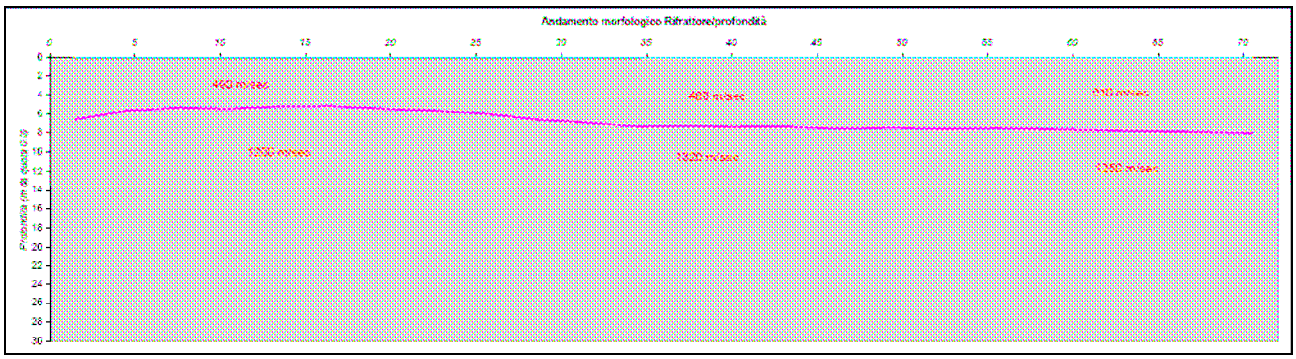


Fig. 4 – sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della linea sismica "E"

I profili di velocità delle onde di taglio, ottenuti attraverso i rilievi sismici con metodologia MASW, evidenziano una sostanziale omogeneità della risposta sismica locale dei depositi presenti nel sottosuolo del comparto in esame.

Infatti i valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono risultati i seguenti (Fig. 5):

base sismica "MW_6" → **V_{s30} = 346 m/s**

base sismica "MW_7" → **V_{s30} = 339 m/s**

base sismica "MW_12" → **V_{s30} = 352 m/s**

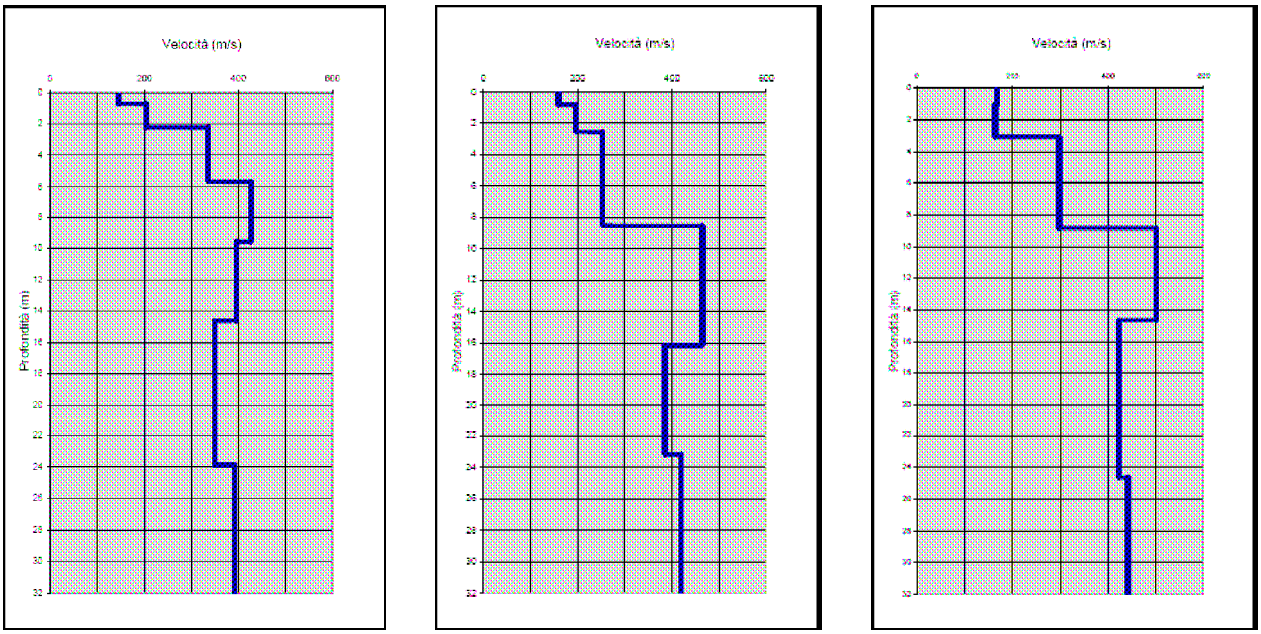


Fig. 5 – Profilo di velocità delle onde di taglio basi sismiche "MW_6" (sx), "MW_7" (centro) e "MW_12" (dx)

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria C** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell'area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

Facendo riferimento a fondazioni di tipo superficiali, la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere considerata nulla, data la presenza di una spessa coltre di depositi coesivi con subordinate intercalazioni ghiaiose e assenza di spessori significativi di depositi sabbiosi sciolti.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza di depositi fini caratterizzati da valori di coesione talvolta inferiori a 70 kPa, ma di spessore complessivo inferiore a 5 metri, permette di escludere in via preliminare il verificarsi di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Tuttavia, considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Sulla base delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona (v. Tav. 2d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (Tab. 2):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	**1.7**
Intensità spettrale o di Housner ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	**2.0**

Tabella 2 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto Polo della Cultura

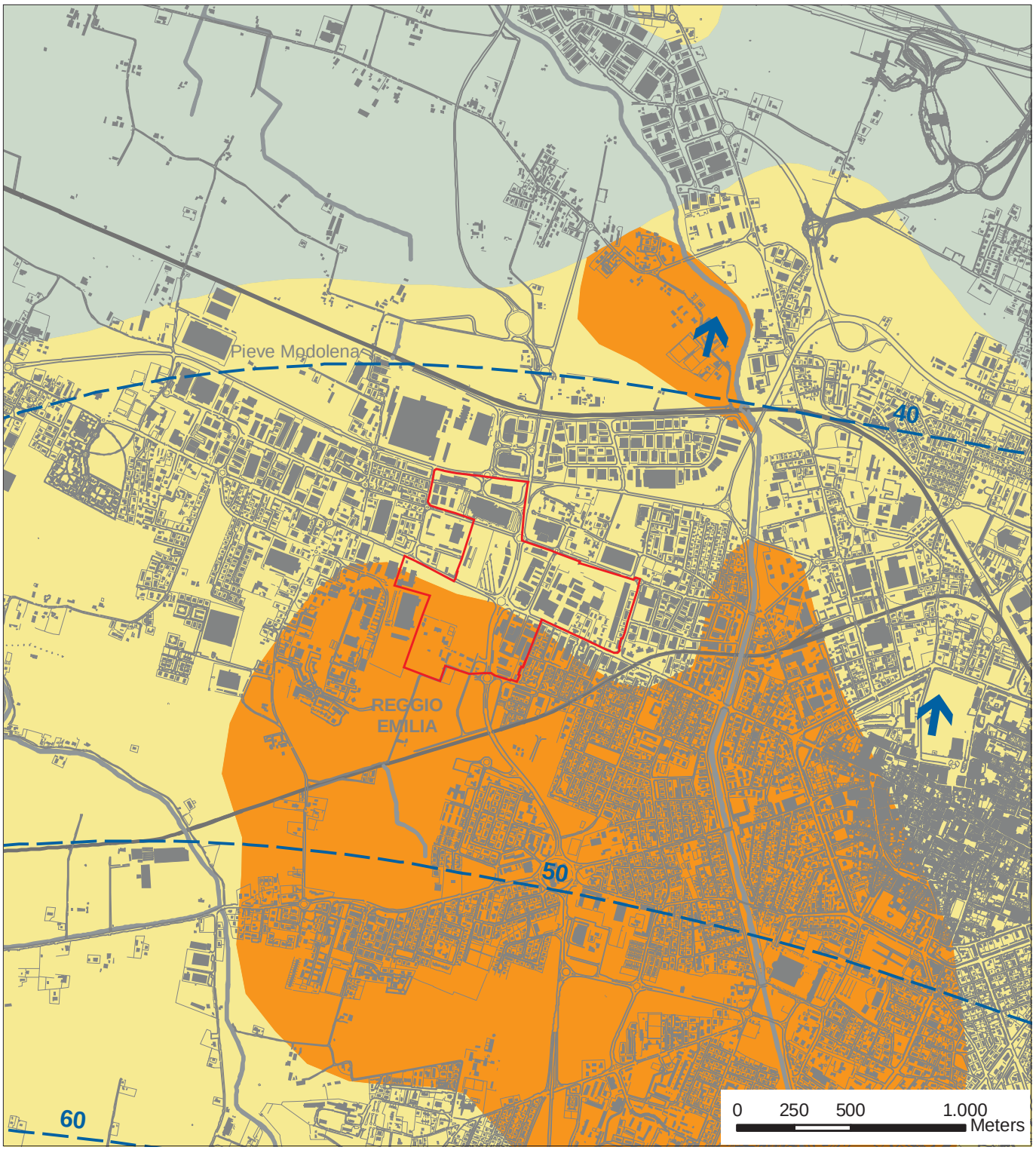
TAV. 2a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna - Unità di Modena

Comparto oggetto di indagine

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna



TAV. 2b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

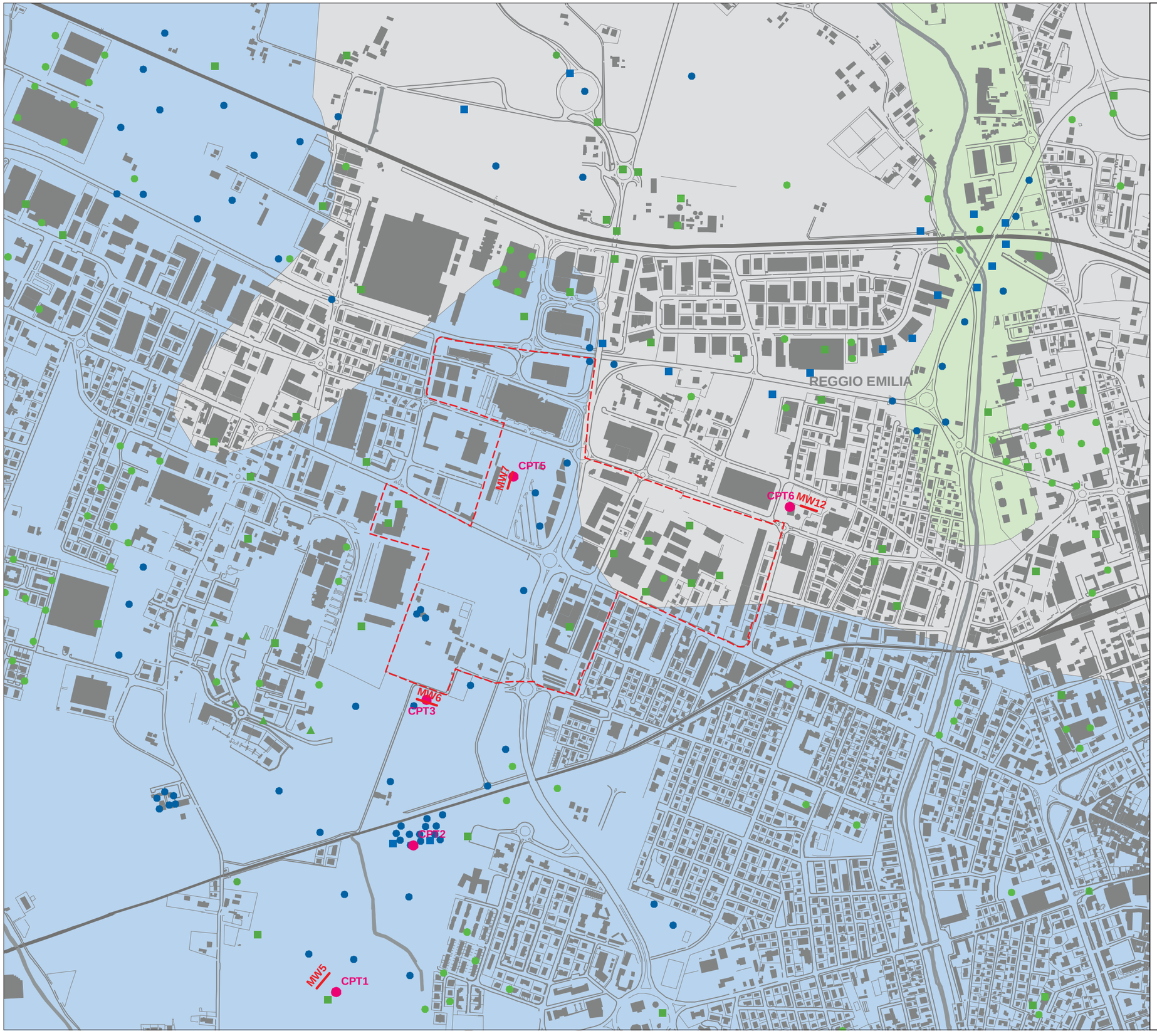
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 2c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

TAV. 2d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,7
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.0

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

3. COMPARTO RESIDENZIALE PARCO OTTAVI

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione si colloca alla periferia sud-occidentale del Capoluogo ed è delimitato da via Gorizia a sud e dal Comparto Polo della Cultura a nord (Tav. 1).

È distinto in due settori separati dal tracciato della linea ferroviaria Reggio Emilia – Ciano d'Enza, che attraversa il comparto con andamento SW-NE.

USO DEL SUOLO

Si tratta di un comparto residenziale di notevole estensione (circa 51 ha) la cui trasformazione è stata avviata da alcuni anni ed in cui sono già state realizzate le opere di urbanizzazione primaria.

Alcuni settori sono già stati oggetto di interventi edificatori, mentre le aree tuttora agricole sono in parte incolte ed in parte ancora interessate dalle consuete coltivazioni rotazionali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 3a). Si tratta di alternanze di argille e argille limose con intercalazioni ghiaiose, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica, caratterizzate dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro.

Tali depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 60 e 50 m s.l.m., risulta subpianeggiante e si inserisce in un contesto caratterizzato da una debole pendenza verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata dal Cavo Guazzatoio - Cavo Fossa che attraversa diagonalmente il settore sud del comparto per poi proseguire a valle tombinato.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –110 m s.l.m. (-160 m da p.c.).

I dati del livello di falda rilevati nel corso dell'indagine, indicano una riduzione della soggiacenza spostandosi verso l'estremità settentrionale del comparto, passando da -5.20 m, nel settore sud, a –2.00 m dal p.c. in quello nord. Tuttavia non si può escludere che, a seguito di periodi particolarmente piovosi, la soggiacenza possa ridursi ulteriormente sino a quote prossime al piano campagna. La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-est (Tav. 3b).
Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità alto (Tav. 3b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche statiche (Tav. 3c), impiegando un penetrometro da 10 t automontato, dotato di strumento con sistema di misurazione Gouda, munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" (cfr. All. 1).

Inoltre si è fatto riferimento ad ulteriori indagini geognostiche eseguite sia all'interno dell'area, sia al contorno della stessa in occasione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 2c). Dati di particolare interesse sono costituiti dalle indagini eseguite a supporto della progettazione della nuova scuola primaria.

Ai fini della determinazione delle Vs30 sono stati eseguiti n° 2 rilievi sismici con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (MW_5 e MW_6) (cfr. All. 2). Inoltre in corrispondenza di MW_5 è stato eseguito uno stendimento sismico a rifrazione per la misura della velocità delle onde P (base sismica "A").

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico può essere schematicamente descritto come una potente copertura fine di depositi argillosi e argilloso-limosi, intercalati da un livello plurimetrico di depositi granulari, prevalentemente ghiaiosi, ad andamento lentiforme (Fig. 6).

Le intercalazioni di maggior spessore sono state rinvenute a quote variabili, oscillanti da un minimo di –5.00 m dal p.c. in CPT1, ad un massimo di –7.00 m dal p.c. in CPT2.

A causa della presenza di livelli grossolani caratterizzati da ciottoli di maggiori dimensioni o a elevato grado di addensamento, si è determinato l'arresto anticipato dei sondaggi penetrometrici in CPT1 e CPT2, mentre la prova CPT3 si è spinta sino alla profondità di –30 m dal p.c..

I dati litostratimetrici estratti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che i depositi argilloso-limosi sottostanti il livello ghiaioso, si spingono sino a quote variabili da –30 a -45÷50 m da p.c., rispettivamente nel settore sud e nord del comparto, dove è presente nuovamente un livello grossolano di spessore metrico.

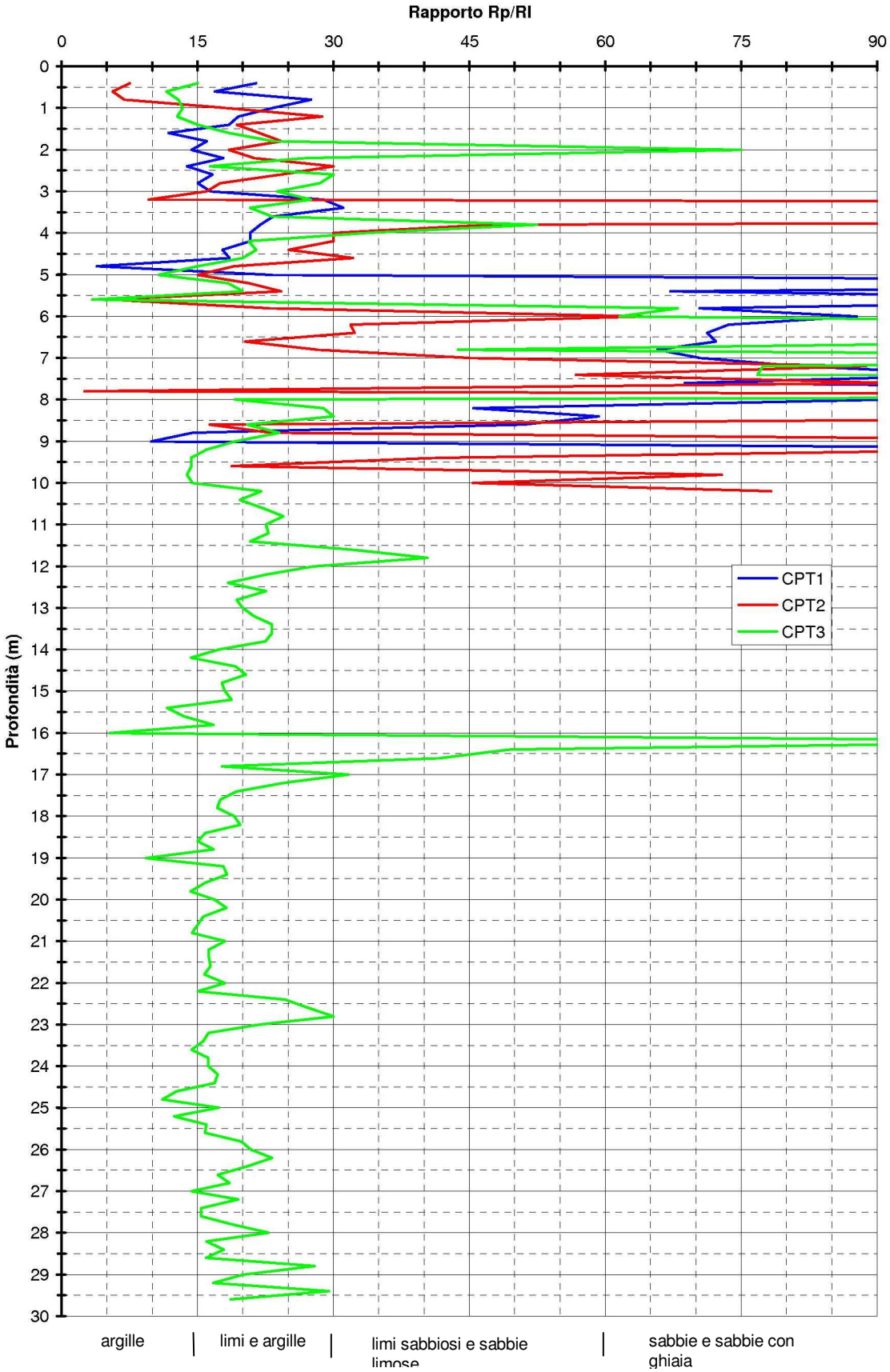


Fig. 6 – Diagramma di confronto del rapporto Rp/Rl delle prove penetrometriche eseguite

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I diagrammi penetrometrici (Fig. 7), evidenziano la presenza di terreni a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di discreta consistenza, con valori di resistenza alla punta (Rp) che risultano mediamente compresi tra 10 e 30 kg/cm^2, sino alla profondità di circa –5.00÷7.00 m da p.c.. All'interno di questi depositi si rinvengono sottili passate di materiali grossolani che determinano locali incrementi della Rp.

Oltre tale profondità la presenza di depositi granulari comporta significativi incrementi dei valori di Rp, sino a valori superiori ai 100 kg/cm^2, per poi abbassarsi nuovamente in corrispondenza dei depositi fini a comportamento coesivo con valori compresi tra 15 e 30 kg/cm^2.

Oltre la quota di –25.00 m da p.c. si è registrato un aumento della consistenza dei depositi, caratterizzati da valori oscillanti tra 30 e 50 kg/cm^2.

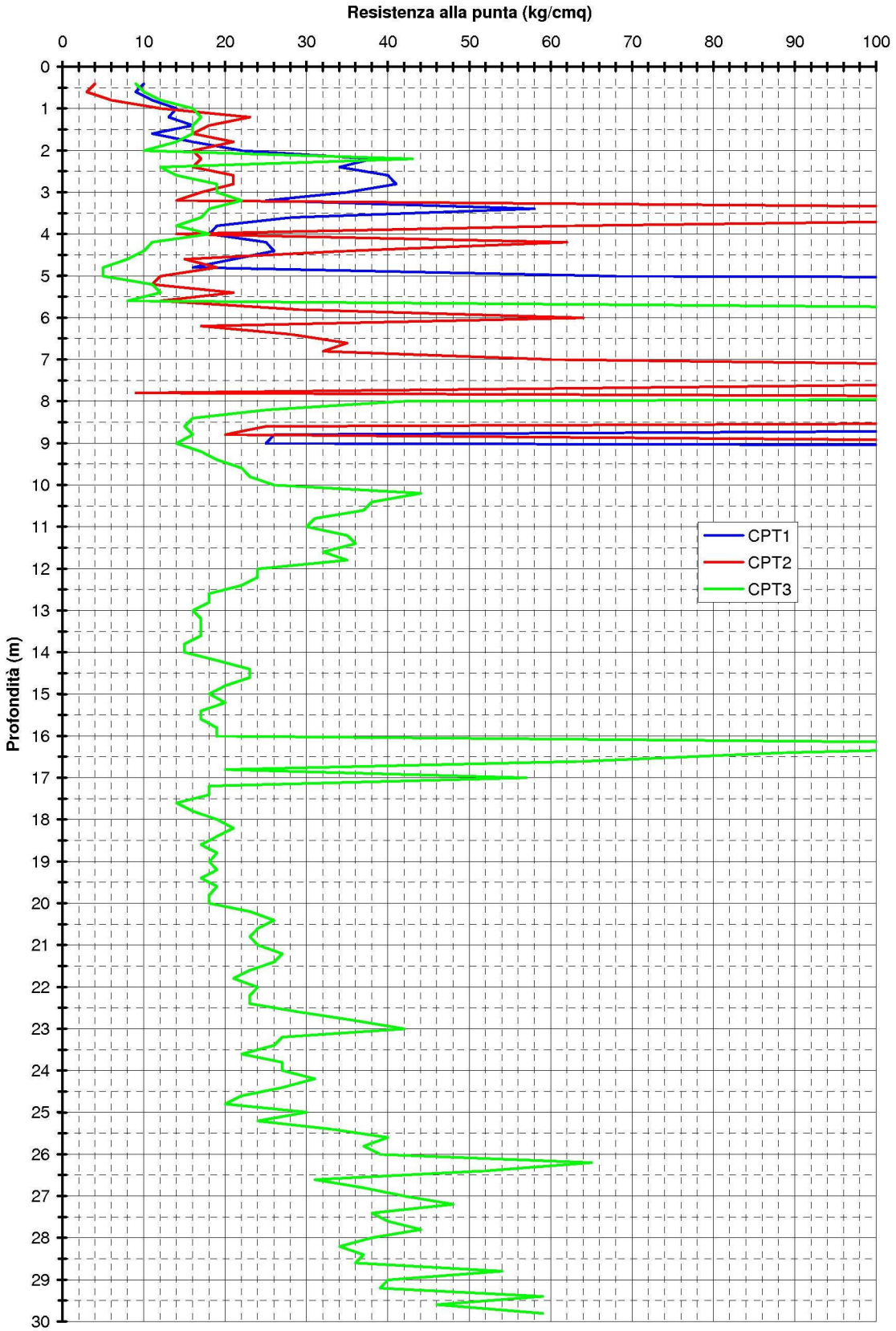


Fig. 7 – Diagramma di confronto delle resistenze alla punta delle prove penetrometriche eseguite

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Per la valutazione dell'andamento delle onde longitudinali (P) nel sottosuolo è stata effettuata una prova sismica di superficie. La sezione interpretativa (Fig. 8) indica l'andamento generale dei limiti tra i diversi livelli (rifrattori sismici), mentre le velocità riportate sono indicative dell'andamento generale della velocità dell'onda sismica nello strato considerato.

In corrispondenza della linea sismica "A", eseguita con azimut SO-NE, lo strato superficiale, di spessore 6÷7 m, ha restituito bassi valori dell'ordine di 430÷440 m/s.
Viceversa lo strato sottostante, coincidente con i depositi ghiaioso-sabbiosi, ha restituito velocità delle onde P pari a 1350÷1600 m/s. Pertanto il rifrattore sismico individua l'andamento del tetto dei depositi grossolani lungo lo stendimento della prova, mentre lo spessore degli stessi non viene evidenziato, in quanto il tipo di indagine non consente di rilevare l'inversione di velocità connessa alla presenza dei depositi sottostanti.

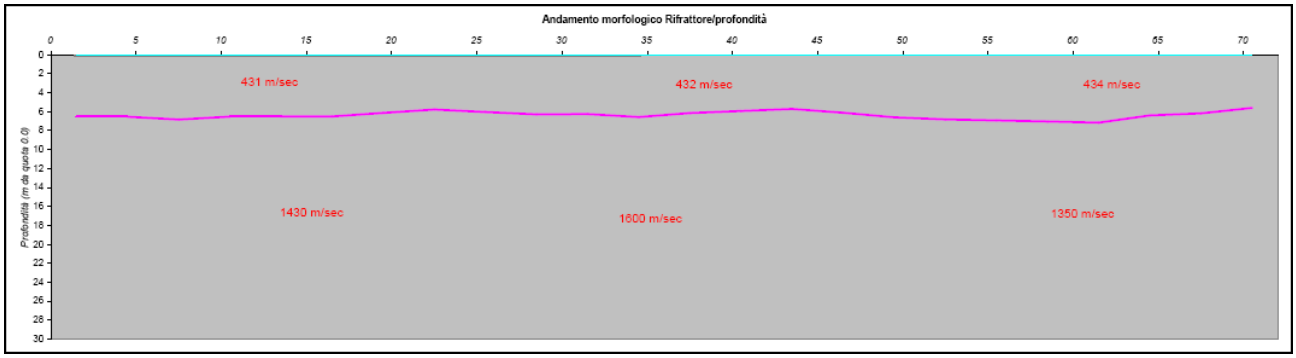


Fig. 8 – sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della linea sismica "A"

I profili di velocità delle onde di taglio, ottenuti attraverso i rilievi sismici con metodologia MASW (Fig. 9), evidenziano una sostanziale omogeneità della risposta sismica locale dei depositi presenti nel sottosuolo del comparto.
Infatti i valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono risultati i seguenti:

base sismica "MW_5" → **V_{s30} = 390 m/s**

base sismica "MW_6" → **V_{s30} = 346 m/s**

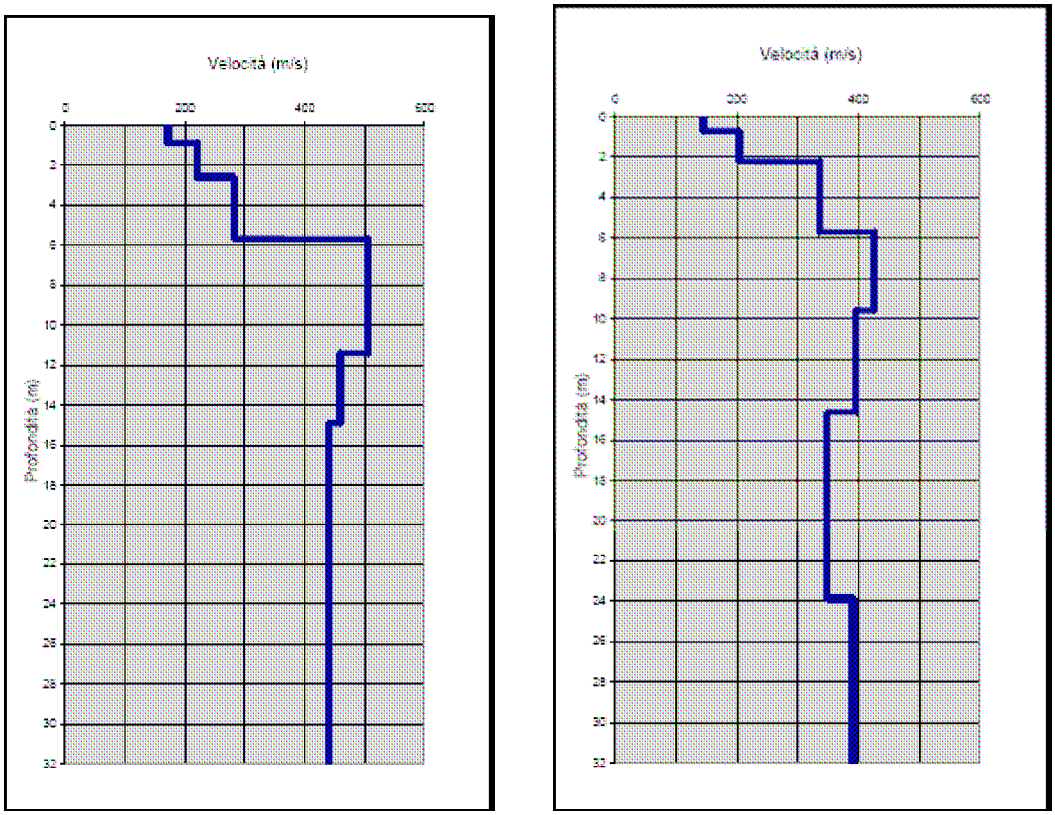


Fig. 9 – Profilo di velocità delle onde di taglio basi sismiche “MW_5 (sx) e “MW_6” (dx)

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria B** di cui al D.M. 14.01.2008 *“Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni”*. nel settore meridionale e alla **categoria C** nel settore settentrionale.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L’area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell’area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

Facendo riferimento a fondazioni di tipo superficiali, la probabilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere considerata nulla, data la presenza di una spessa coltre di depositi coesivi con subordinate intercalazioni ghiaiose e assenza di spessori significativi di depositi sabbiosi sciolti.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali indagate, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Tuttavia, considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Sulla base delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da due zone distinte (Tav. 3d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti:

settore sud

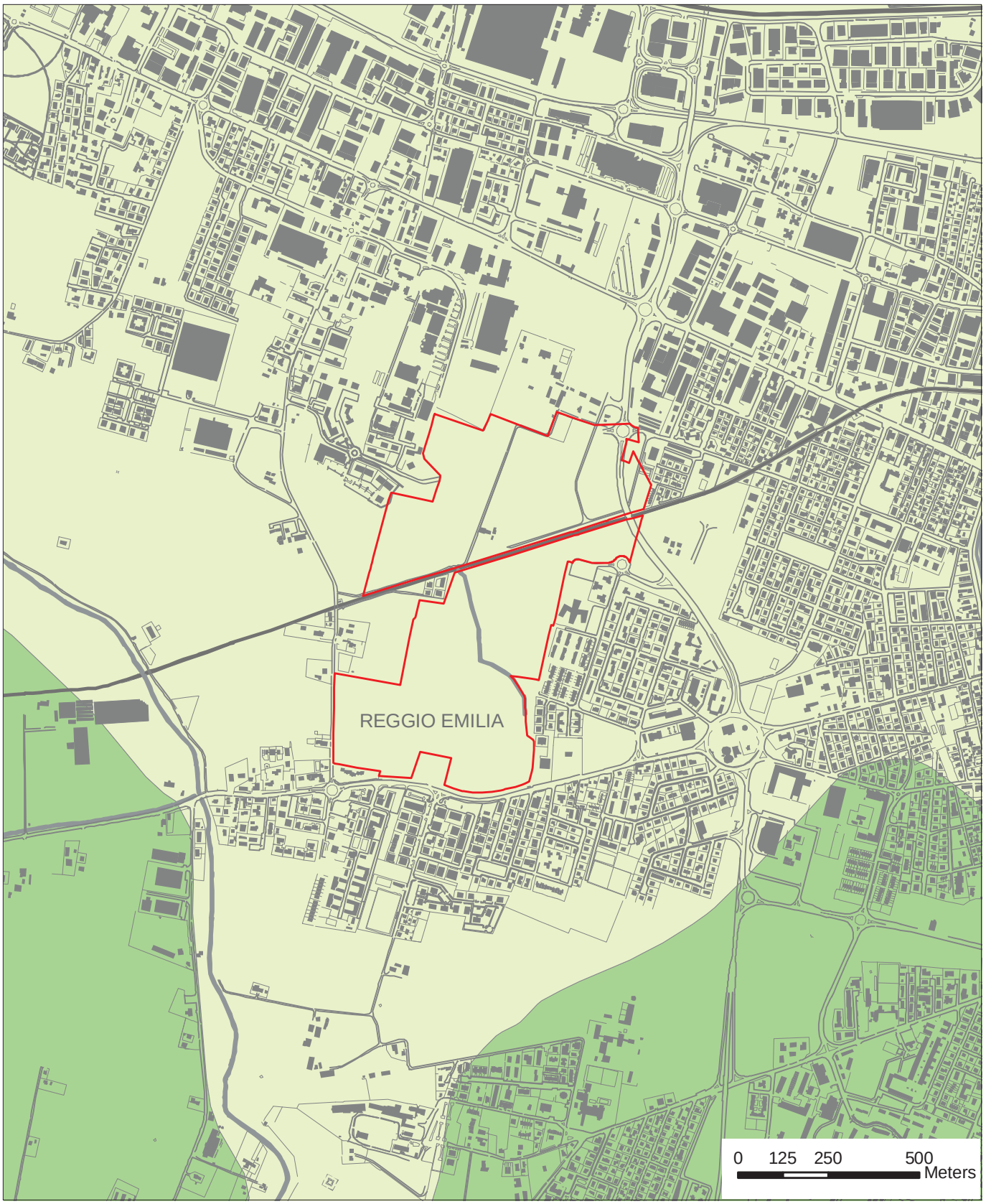
	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**1.8**

Tabella 3 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto residenziale Parco Ottavi settore sud

settore nord

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.7**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**2.0**

Tabella 4 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto residenziale Parco Ottavi settore nord



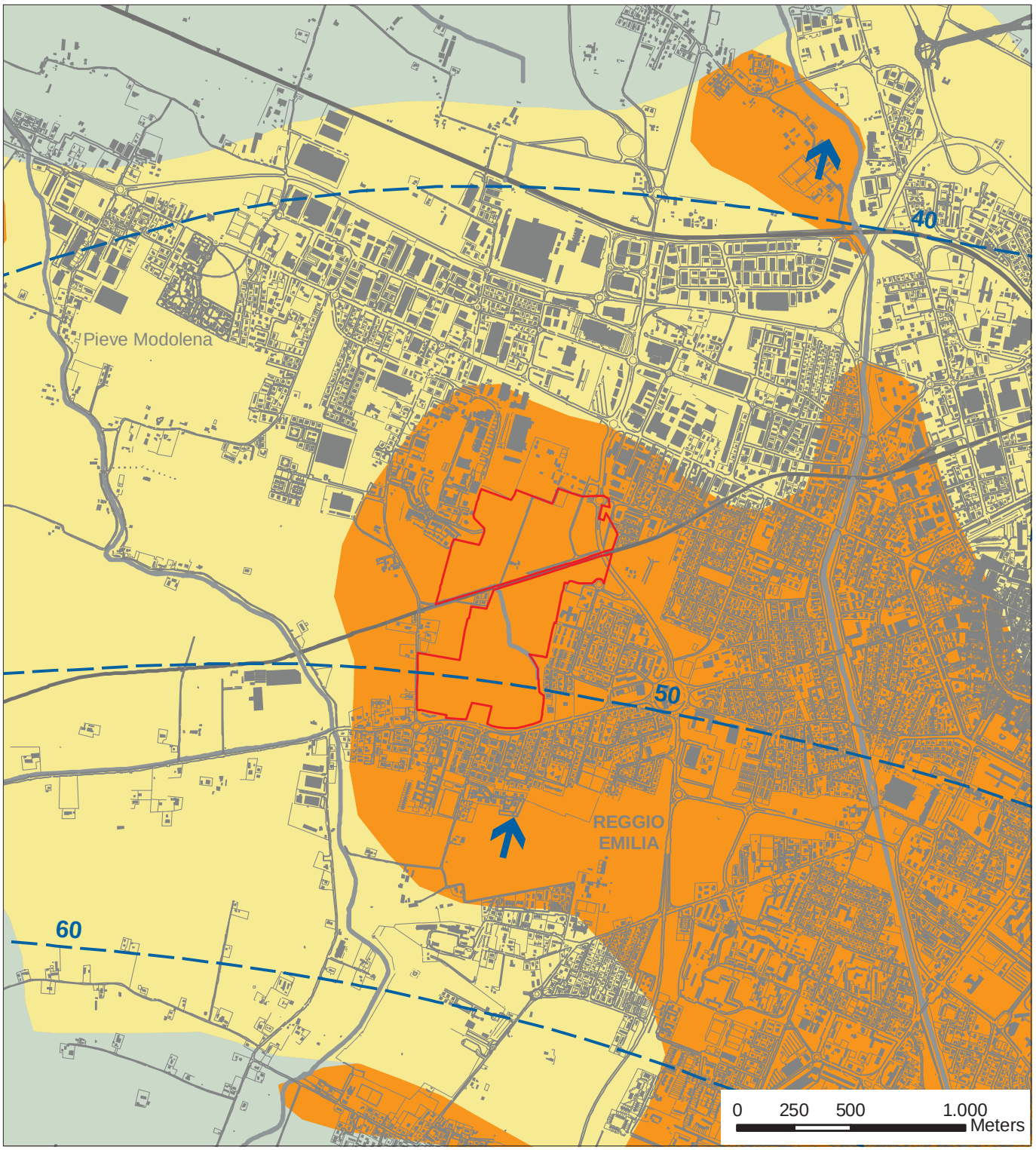
TAV. 3a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna - Unità di Modena

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna

Comparto oggetto di indagine



TAV. 3b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 3c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

TAV. 3d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

REGGIO EMILIA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,7
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.0

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,5
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 1.8

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

4. COMPARTO RESIDENZIALE FOGLIANO

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione di ampie dimensioni (circa 32,5 ha) si colloca nel settore meridionale del territorio comunale ed è compreso tra l'abitato di Fogliano ad ovest e la linea ferroviaria Reggio Emilia – Scandiano ad est (Tav. 1).

USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono quasi esclusivamente interessate da coltivazioni agricole rotazionali, fatta eccezione per alcuni vigneti, una piccola area adibita a deposito materiali edili e un paio di antenne per la telefonia mobile.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", il comparto è caratterizzato dalla presenza di depositi appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Tav. 4a).

Più in particolare il settore adiacente all'abitato di Fogliano ricade su terreni attribuibili al Subsintema di Villa Verucchio – Unità di Niviano, mentre nel settore più esterno affiorano terreni attribuibili al Subsintema di Ravenna; infine il settore sud-orientale del comparto è interessato dall'affioramento di terreni attribuiti al Subsintema di Ravenna - Unità Modena.

Si tratta di alternanze di argille, argille limose e ghiaie, connesse alla sedimentazione operata nel corso del Pleistocene e dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica. L'Unità Modena si differenzia dagli altri depositi per la presenza di un suolo di ridotto spessore (inferiore a 100 cm), caratterizzato da un bassissimo grado di alterazione, data l'età più recente di deposizione (*Post-VI secolo d.C.*).

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 68 e 65 m s.l.m., presenta una debole pendenza verso i quadranti orientali.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico il comparto insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –50 m s.l.m. (–120 m da p.c.).

I dati del livello di falda rilevati nel corso dell'indagine, indicano una soggiacenza di circa –0.35÷0.60 m e quindi prossima al piano campagna.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-est (Tav. 4b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, il comparto è caratterizzato da un grado di vulnerabilità medio (Tav. 4b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo sono state eseguite n° 4 prove penetrometriche statiche (Tav. 4c), impiegando un penetrometro da 10 t automontato, dotato di strumento con sistema di misurazione Gouda, munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" (cfr. All. 1).

Inoltre si è fatto riferimento ad ulteriori indagini geognostiche eseguite al contorno dell'area in occasione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 4c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 sono stati eseguiti n° 2 rilievi sismici con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (MW_9 e MW_10) (cfr. All. 2). Inoltre in corrispondenza di MW_9 è stato eseguito uno stendimento sismico a rifrazione per la misura della velocità delle onde P (base sismica "D").

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area (Fig. 10) è in gran parte caratterizzato da depositi di argille e argille limose che dal piano campagna si spinge sino a profondità maggiori di –20.00 metri, con intercalate sottili lenti ghiaioso-sabbiose che diventano più frequenti oltre la profondità di –8.00 m da p.c..

In particolare la prova CPT8 ha intercettato un livello ghiaioso più addensato alla profondità di circa –24.00 m da p.c., che ha determinato l'arresto della prova in seguito al raggiungimento delle condizioni di rifiuto strumentale. Si tratta tuttavia di un livello grossolano di limitato spessore (qualche metro), come appurato attraverso le stratigrafie di perforazioni effettuate nelle vicinanze riportate nel DataBase Geognostico della Regione Emilia-Romagna.

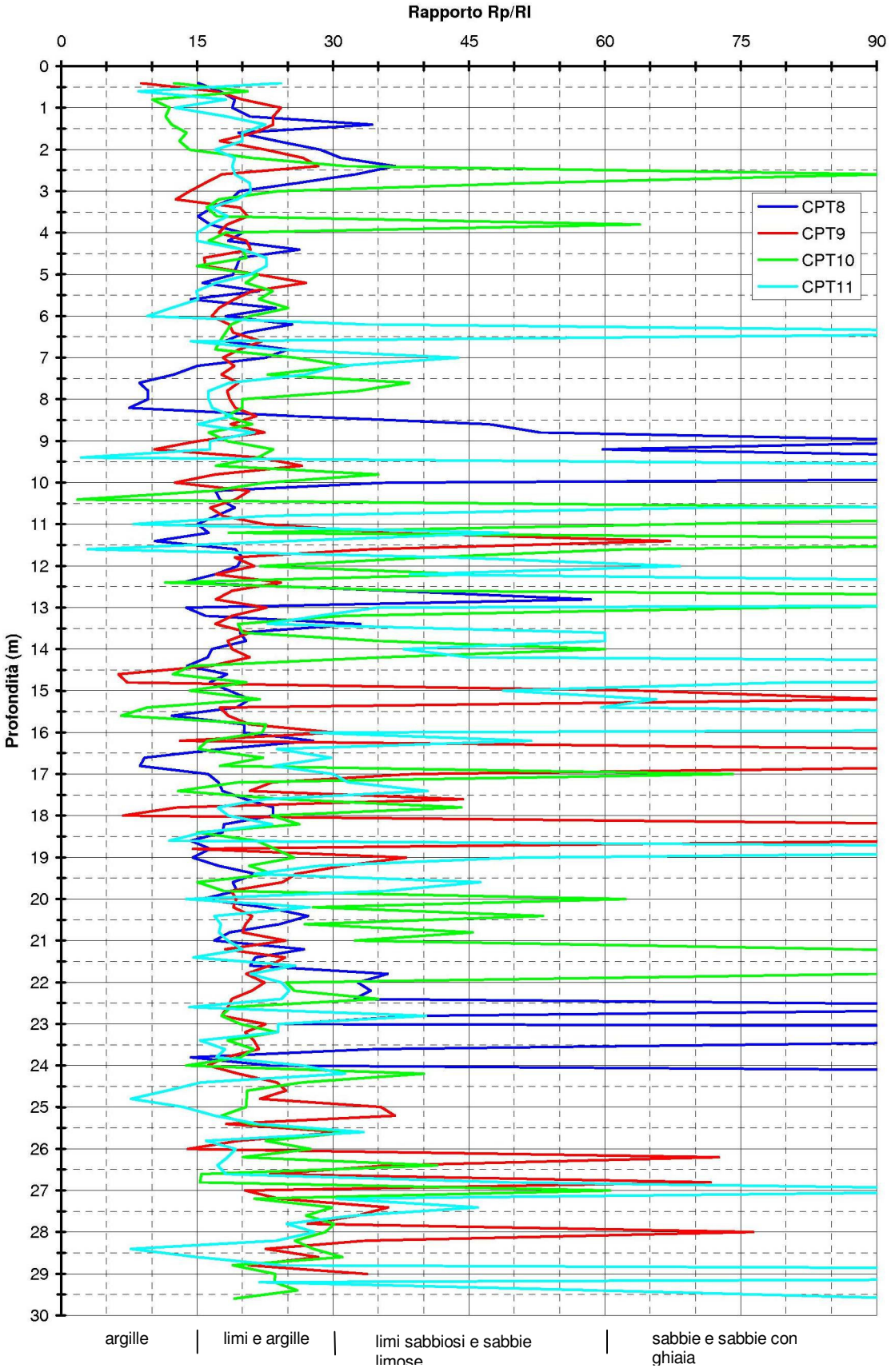


Fig. 10 – Diagramma di confronto del rapporto Rp/Rl delle prove penetrometriche eseguite

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I diagrammi penetrometrici (Fig. 11) evidenziano la presenza di terreni a prevalente comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose) sino alla profondità di -8÷10 m dal p.c., con valori di resistenza alla punta del penetrometro per lo più oscillanti tra 10 e 40 kg/cm^2. Solo la prova CPT11, eseguita all'estremità nord del comparto, evidenzia una marcata riduzione della consistenza dei depositi, testimoniata dai valori di Rp spesso inferiori a 10 kg/cm^2.

In corrispondenza delle prime intercalazioni grossolane si registrano netti incrementi di resistenza alla punta, con valori massimi superiori a 100 kg/cm^2. Il limitato spessore di queste intercalazioni ha consentito la prosecuzione delle prove in profondità, con ampie oscillazioni della Rp indotte da alternanze di depositi fini e grossolani, con valori minimi di circa 10 kg/cm^2 sino alla profondità di –18.00 m da p.c..

Oltre tale profondità la soglia minima di Rp tende ad innalzarsi, portandosi su valori prossimi a 20 kg/cm^2.

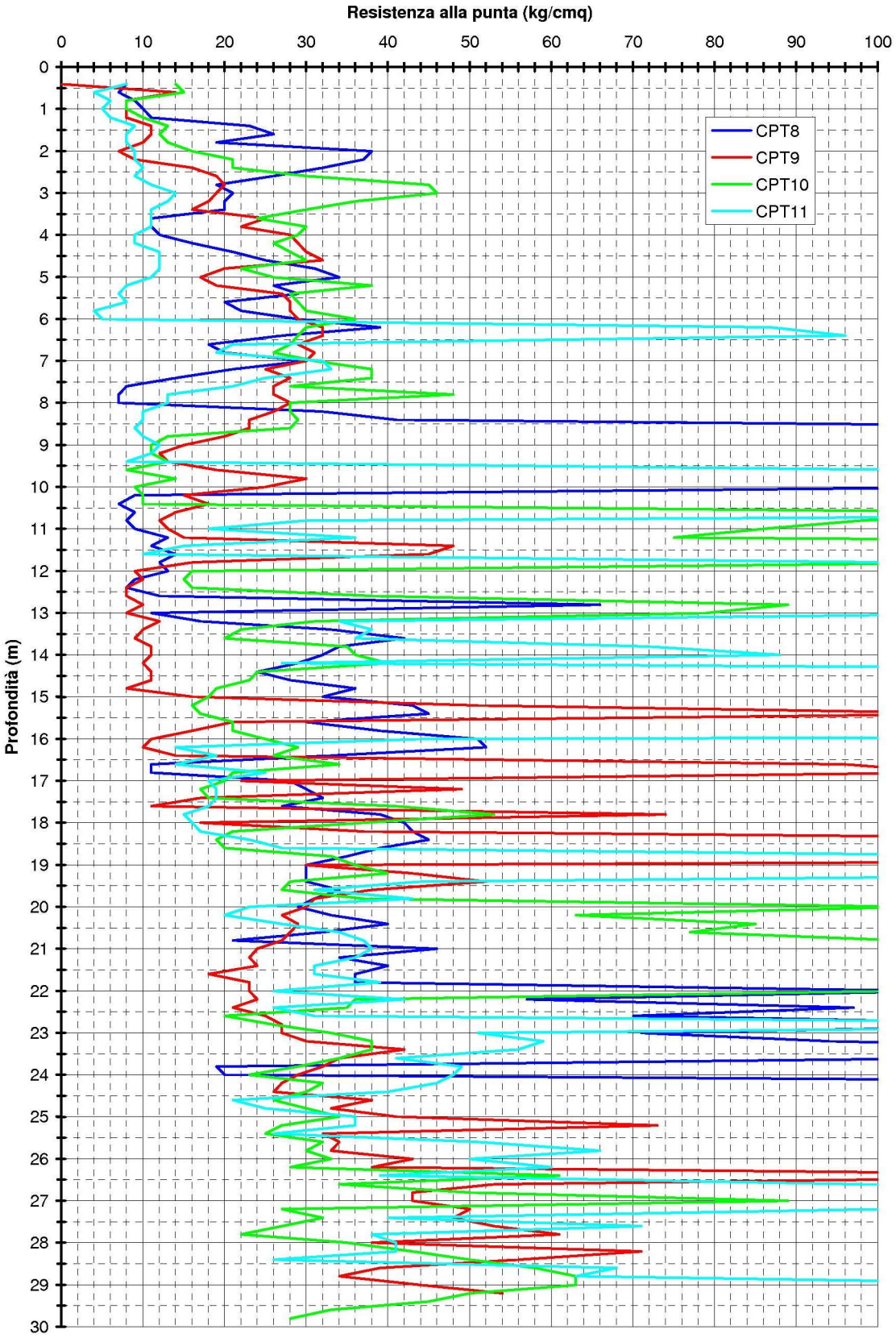


Fig. 11 – Diagramma di confronto delle resistenze alla punta delle prove penetrometriche eseguite

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Per la valutazione dell'andamento delle onde longitudinali (P) nel sottosuolo è stata effettuata una prova sismica di superficie. La sezione interpretativa (Fig. 12) indica l'andamento generale dei limiti tra i diversi livelli (rifrattori sismici), mentre le velocità riportate sono indicative dell'andamento generale della velocità dell'onda sismica nello strato considerato.

In corrispondenza della linea sismica "D", eseguita con azimut ESE-ONO, sono stati individuati 3 strati.

Lo strato superficiale, di spessore medio 2.5÷3.9 m, ha restituito bassi valori dell'ordine di 430÷540 m/s. Lo strato sottostante, di spessore medio 2.5÷7.5 m è caratterizzato da valori di VP pari a 1390÷1430 m/s.

Infine l'ultimo strato, coincidente con il primo livello grossolano addensato, ha restituito velocità delle onde P pari a 1690 m/s.

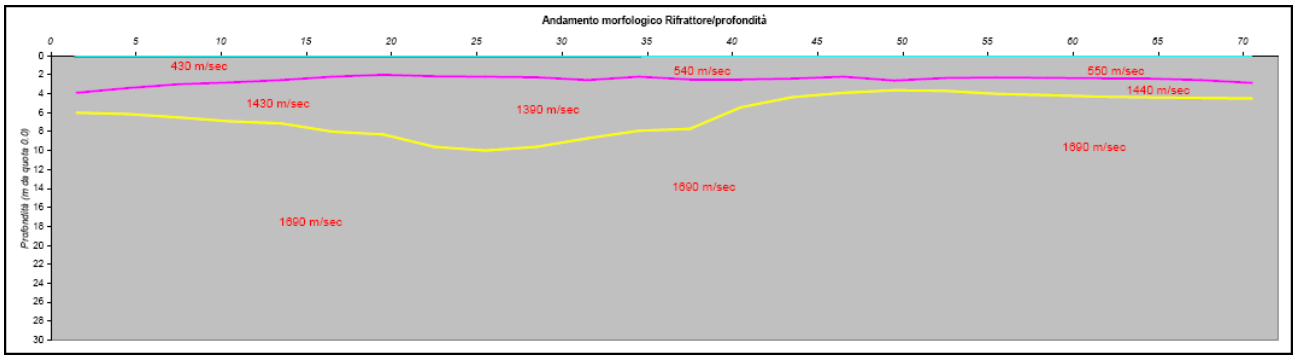


Fig. 12 – sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della linea sismica "D"

I profili di velocità delle onde di taglio (Fig. 13), ottenuti attraverso i rilievi sismici con metodologia MASW, evidenziano una sostanziale omogeneità della risposta sismica locale dei depositi presenti nel sottosuolo del comparto in esame.

Infatti i valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono risultati i seguenti:

base sismica "MW_9" → **V_{s30} = 302 m/s**

base sismica "MW_10" → **V_{s30} = 305 m/s**

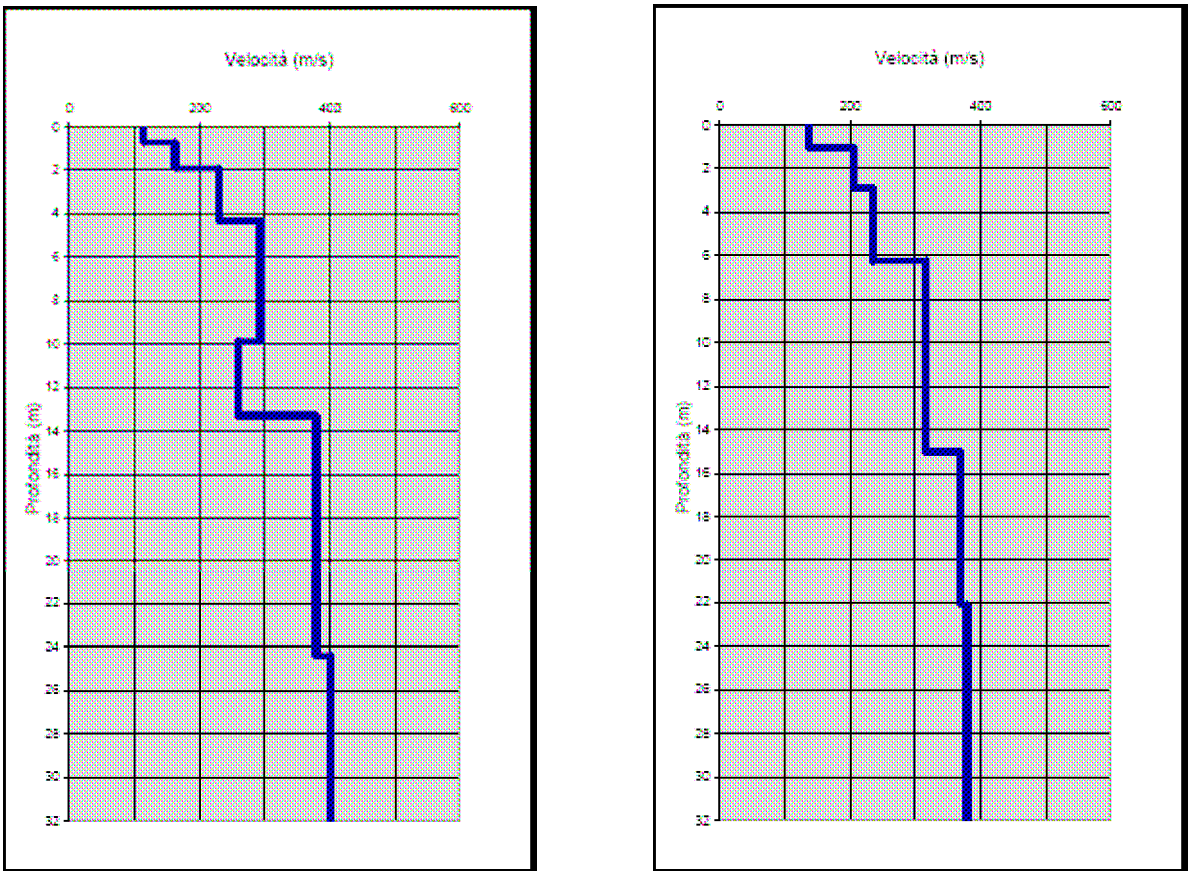


Fig. 13 – Profilo di velocità delle onde di taglio basi sismiche “MW_9 (sx) e “MW_10” (dx)

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria C** di cui al D.M. 14.01.2008 *“Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni”*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L’area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell’area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l’assenza di depositi sabbiosi sciolti di spessore significativo entro i primi 20 metri di sottosuolo.

Fenomeni di cedimento postsismico

Nel settore meridionale del comparto, la presenza di depositi fini caratterizzati da valori di coesione generalmente superiori a 70 kPa, permette di escludere il verificarsi di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Viceversa per il settore settentrionale, vista la possibile presenza di depositi con minor consistenza e considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, non può essere del tutto esclusa l'occorrenza di tale fenomeno.

Pertanto si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

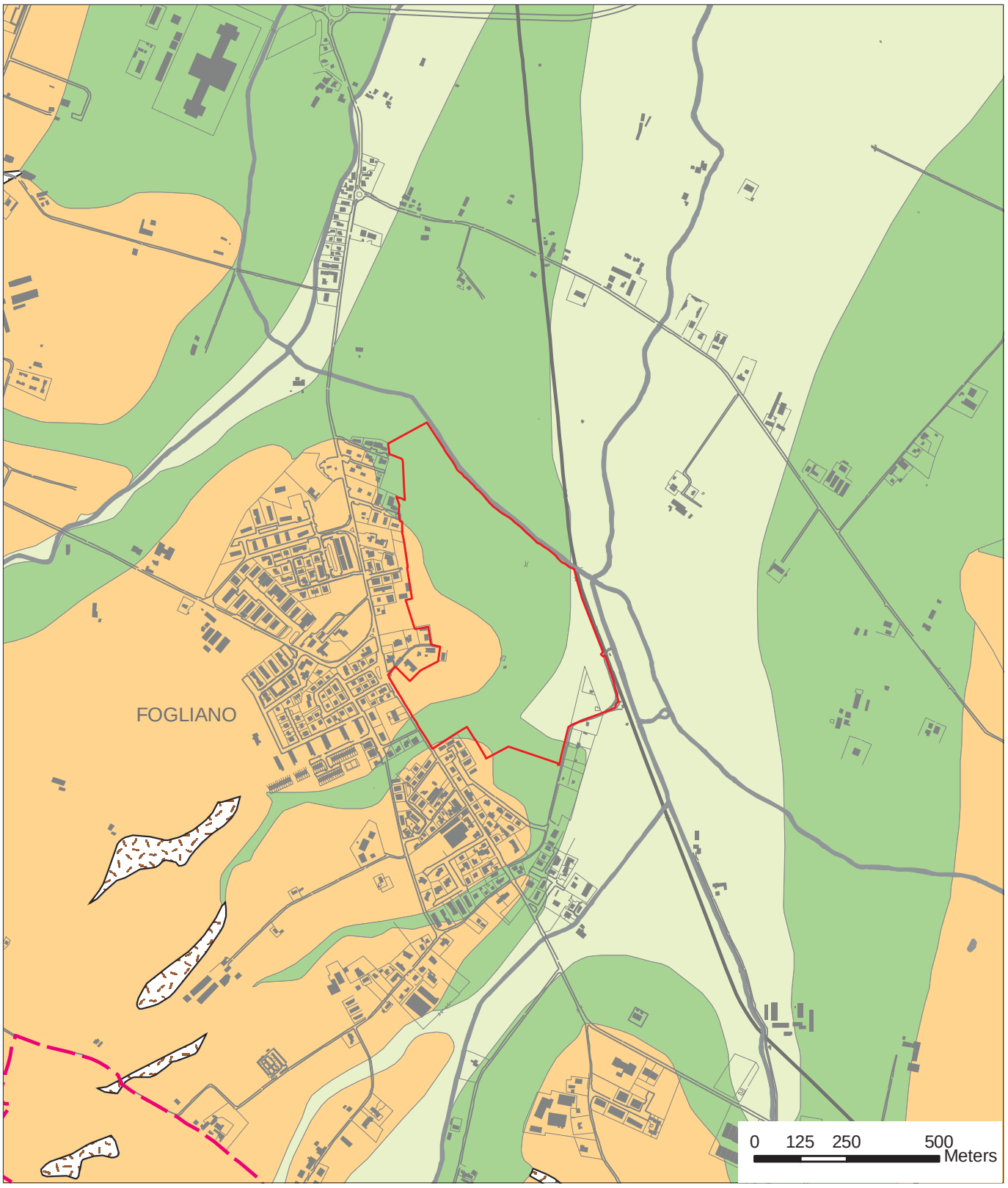
Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Viste le caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione sotto il profilo della microzonazione risulta caratterizzato da un'unica zona (Tav 4d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (Tab. 5):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.7**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**2.3**

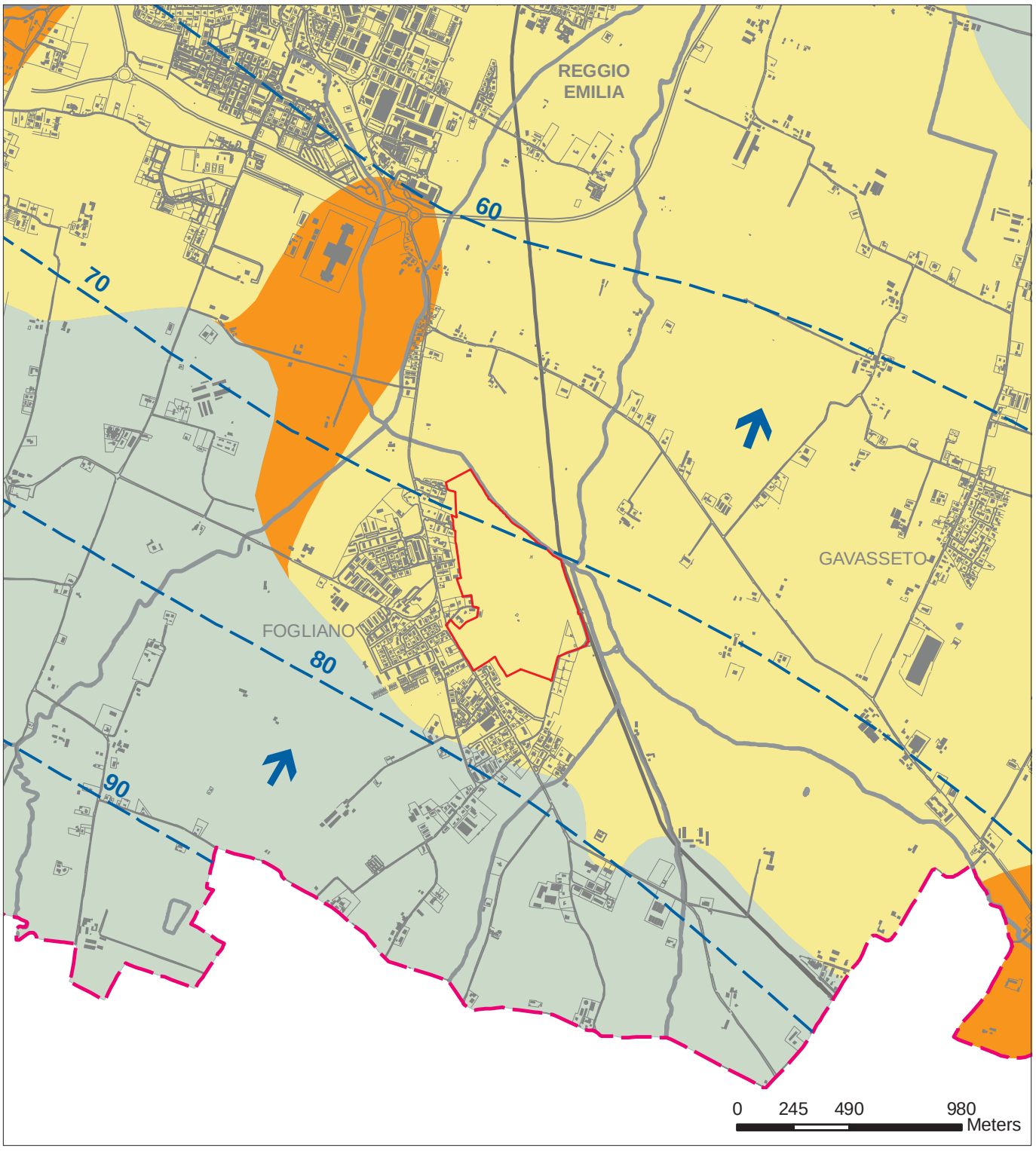
Tabella 5 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto residenziale Fogliano



TAV. 4a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Deposito eluvio-colluviale
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna - Unità di Modena
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Niviano
- Comparto oggetto di indagine
- Confine comunale



TAV. 4b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

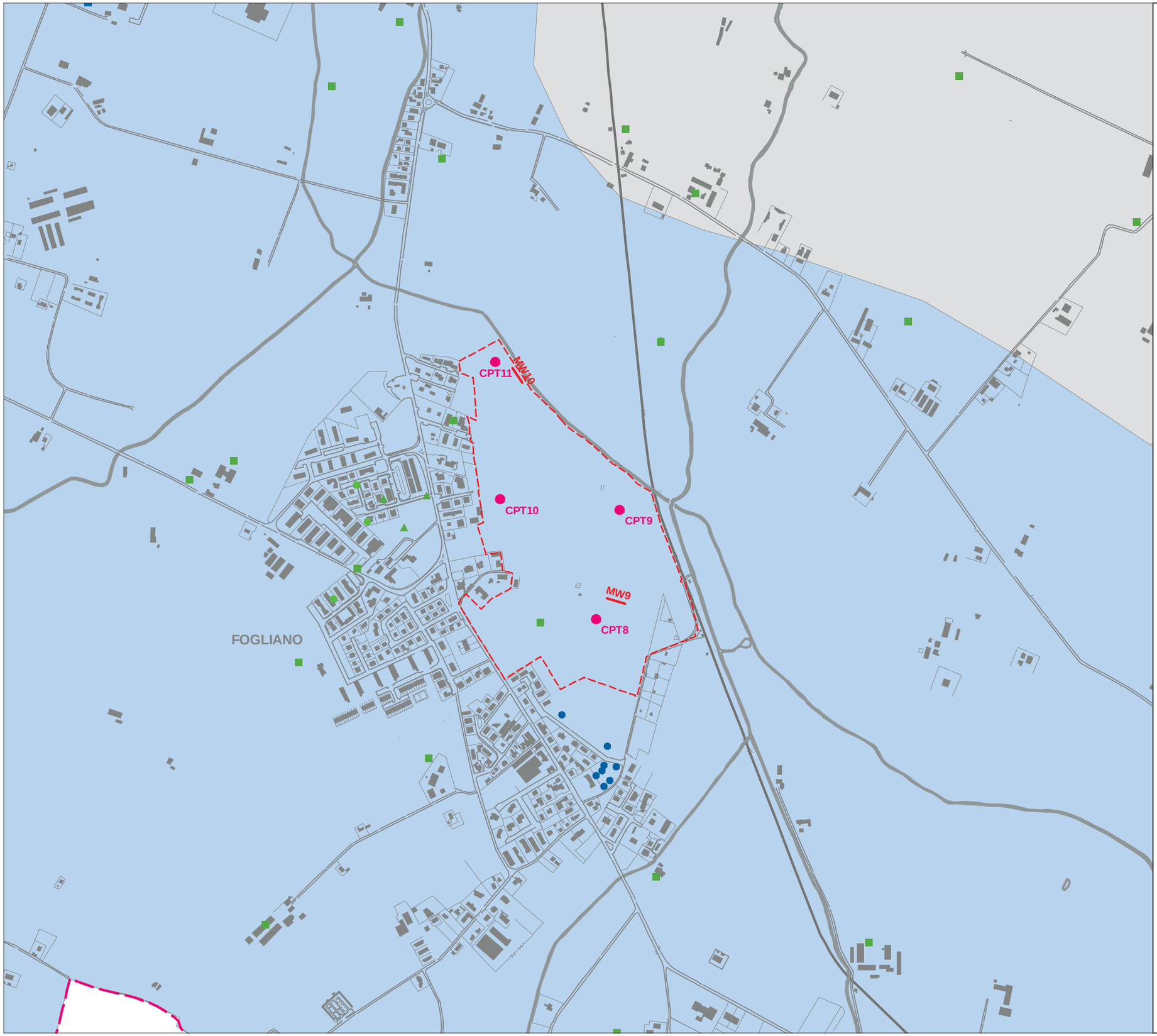
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 4c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

TAV. 4d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

FOGLIANO

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,5
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,7
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.3

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

5. COMPARTO RESIDENZIALE ACQUE CHIARE

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione presenta ampie dimensioni (circa 36 ha) e si colloca alla periferia sud-est del Capoluogo, in località Bazzarola, lateralmente alla linea ferroviaria Reggio Emilia - Scandiano (Tav. 1). Assume la denominazione dal vicino Rio Acqua Chiara.

USO DEL SUOLO

Si tratta di un comparto residenziale la cui trasformazione è già stata avviata da alcuni anni ed in cui sono già state realizzate le opere di urbanizzazione primaria.

Alcuni settori sono già stati oggetto di interventi edificatori, mentre le aree tuttora agricole sono in parte incolte ed in parte ancora interessate dalle consuete coltivazioni rotazionali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti sono attribuibili per la gran parte al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna, con eccezione della fascia adiacente alla linea ferroviaria attribuibile al Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 5a). Si tratta di alternanze di argille, argille limose e ghiaie, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica.

L'Unità Modena si differenzia dagli altri depositi per la presenza di un suolo di ridotto spessore (inferiore a 100 cm), caratterizzato da un bassissimo grado di alterazione, data l'età più recente di deposizione (*Post-VI secolo d.C.*).

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 58 e 55 m s.l.m., risulta sub-pianeggiante e si inserisce in un contesto caratterizzato da una debole pendenza verso i quadranti orientali.

L'idrografia locale è rappresentata dal Rio Acqua Chiara, affluente di sinistra del T. Rodano, che sviluppa il suo tracciato poco a monte del comparto in questione.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –70 m s.l.m. (-130 m da p.c.).

I dati disponibili del livello di falda, indicano valori minimi di soggiacenza prossimi al piano campagna, anche in relazione all'instaurarsi di una falda superficiale a carattere stagionale.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-nord-est (Tav. 5b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità medio (Tav. 5b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo sono state eseguite n°1 prova penetrometrica statica (Tav. 5c), impiegando un penetrometro da 10 t automontato, dotato di strumento con sistema di misurazione Gouda, munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" (cfr. All. 1).

Inoltre si è fatto riferimento ad ulteriori indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa a supporto di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 5c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito n° 1 rilievo sismico ("MW_8") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2). Inoltre in corrispondenza del medesimo stendimento sismico è stata eseguita una indagine a rifrazione per la misura della velocità delle onde P (base sismica "C").

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area, con riferimento alla prova CPT7 eseguita nel settore centrale del comparto, è caratterizzato da una potente copertura di natura argillosa e argilloso-limosa che dal piano campagna si spinge sino alla profondità massima investigata di –30.00 m dal p.c.. All'interno di questi depositi sono state rinvenute intercalazioni lenticolari di limi e limi sabbiosi e, oltre la profondità di –15.00 m da p.c., anche sabbioso-ghiaiose.

I dati litostratimetrici, riferiti ad indagini eseguite in passato nell'areale, indicano la presenza a luoghi di livelli grossolani di spessore variabile anche a profondità inferiori a –10.00 m dal piano campagna, per lo più concentrati nel settore settentrionale del comparto.

Viceversa nel settore meridionale il primo livello grossolano significativo si attesta alla quota di -11÷12 m dal p.c., mentre a profondità minori le locali intercalazioni ghiaiose e sabbiose risultano di spessore modesto e di scarsa estensione areale.

Gli ulteriori dati stratigrafici disponibili, desunti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che la coltre argillosa con alternanze di subordinati livelli ghiaiosi e/o sabbiosi si spinge sino a profondità superiori a 100 m da p.c..

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Il diagramma penetrometrico della prova CPT7, evidenzia la presenza di terreni a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di discreta consistenza, con valori di resistenza alla punta (Rp) che risultano mediamente compresi tra 10 e 20 kg/cm^2.

Tra le profondità di –4.20 e –7.60 m dal p.c. si è osservata una locale riduzione dei valori di Rp con punte minime di 5 kg/cm^2, viceversa tra –8.00 e –10.00 m dal p.c. è stato riscontrato un locale incremento dei valori sino a 30÷35 kg/cm^2.

Oltre la profondità di –22.00 m da p.c. si registra un aumento della resistenza, dovuto ad una maggior frequenza delle intercalazioni sabbioso-ghiaiose.

Il confronto della prova CPT7 con altre prove eseguite in passato nell'areale, mette in risalto la variazioni delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni correlabili alla variabilità litostratimetrica descritta nel paragrafo precedente. Nei primi 10 metri di profondità si osservano infatti locali incrementi della Rp sino oltre 100 kg/cm^2, in corrispondenza delle intercalazioni ghiaiose più addensate e di maggior spessore che sono prevalentemente localizzate nel settore settentrionale del comparto.

Viceversa nel settore meridionale del comparto la Rp generalmente raggiunge valori massimi prossimi a 30÷40 kg/cm^2 sino alla quota di -11÷12 m dal p.c., dove la presenza del primo orizzonte ghiaioso determina l'arresto delle prove per rifiuto strumentale all'avanzamento.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Per la valutazione dell'andamento delle onde longitudinali (P) nel sottosuolo è stata effettuata una prova sismica di superficie. La sezione interpretativa (Fig. 14) indica l'andamento generale dei limiti tra i diversi livelli (rifrattori sismici), mentre le velocità riportate sono indicative dell'andamento generale della velocità dell'onda sismica nello strato considerato.

Lo strato superficiale, di spessore medio 2.9÷3.9 m, ha restituito bassi valori dell'ordine di 410÷490 m/s.

Al di sotto sono stati individuati altri due strati, il primo dei quali, di spessore medio 9÷12 m, è caratterizzato da velocità di 1330÷1370 m/s, mentre quello più profondo, di spessore indefinito, ha restituito velocità delle onde P pari a 1700÷1720 m/s.

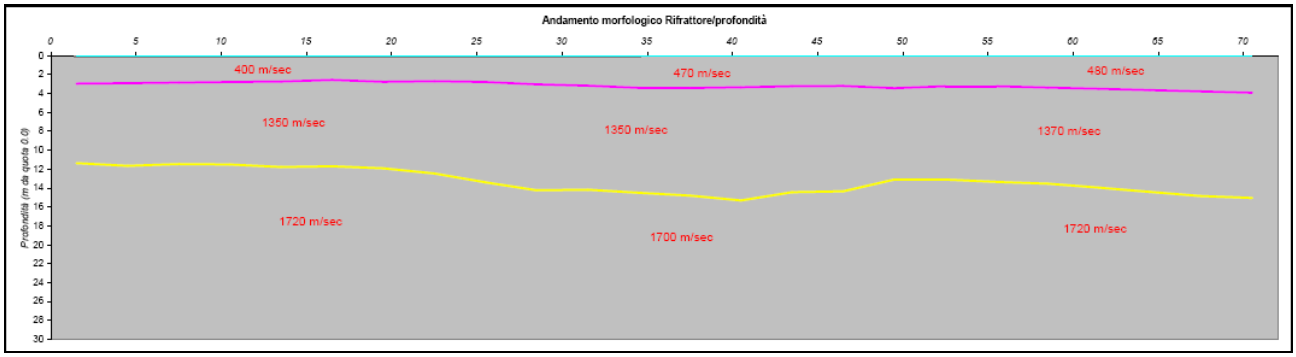


Fig. 14 – sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della linea sismica “C”

Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 15) ottenuto attraverso i rilievi sismici con metodologia MASW, mostra un generale incremento delle velocità con la profondità, pur in presenza di locali inversioni.

Infatti i valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono risultati i seguenti:

base sismica “MW_8” → V_{s30} = 322 m/s

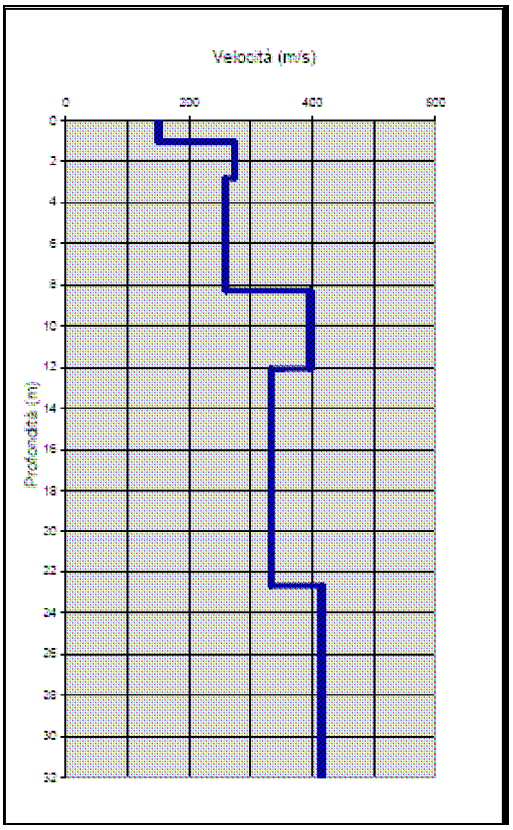


Fig. 15 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica “MW_8”

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria C** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

Facendo riferimento al metodo semplificato di Robertson e Wride (1998) e considerando un terremoto di magnitudo pari a 5.91 (valore massimo previsto per zona sismogenetica 913 entro cui ricade il Comune di Reggio Emilia), i depositi del sottosuolo in corrispondenza della prova CPT7 ad una verifica di massima non sono risultati soggetti a fenomeni di liquefazione. Trattandosi di una valutazione puntuale si richiede, in sede di attuazione, che il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva esclusione di tale fenomeno.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione talvolta inferiori a 70 kPa, ma che generalmente hanno spessori inferiori a 5 m, rende poco probabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Tuttavia considerata la variabilità litostratimetrica e geomeccanica che caratterizza il comparto in oggetto, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva esclusione di tale fenomeno.

MICROZONAZIONE SISMICA

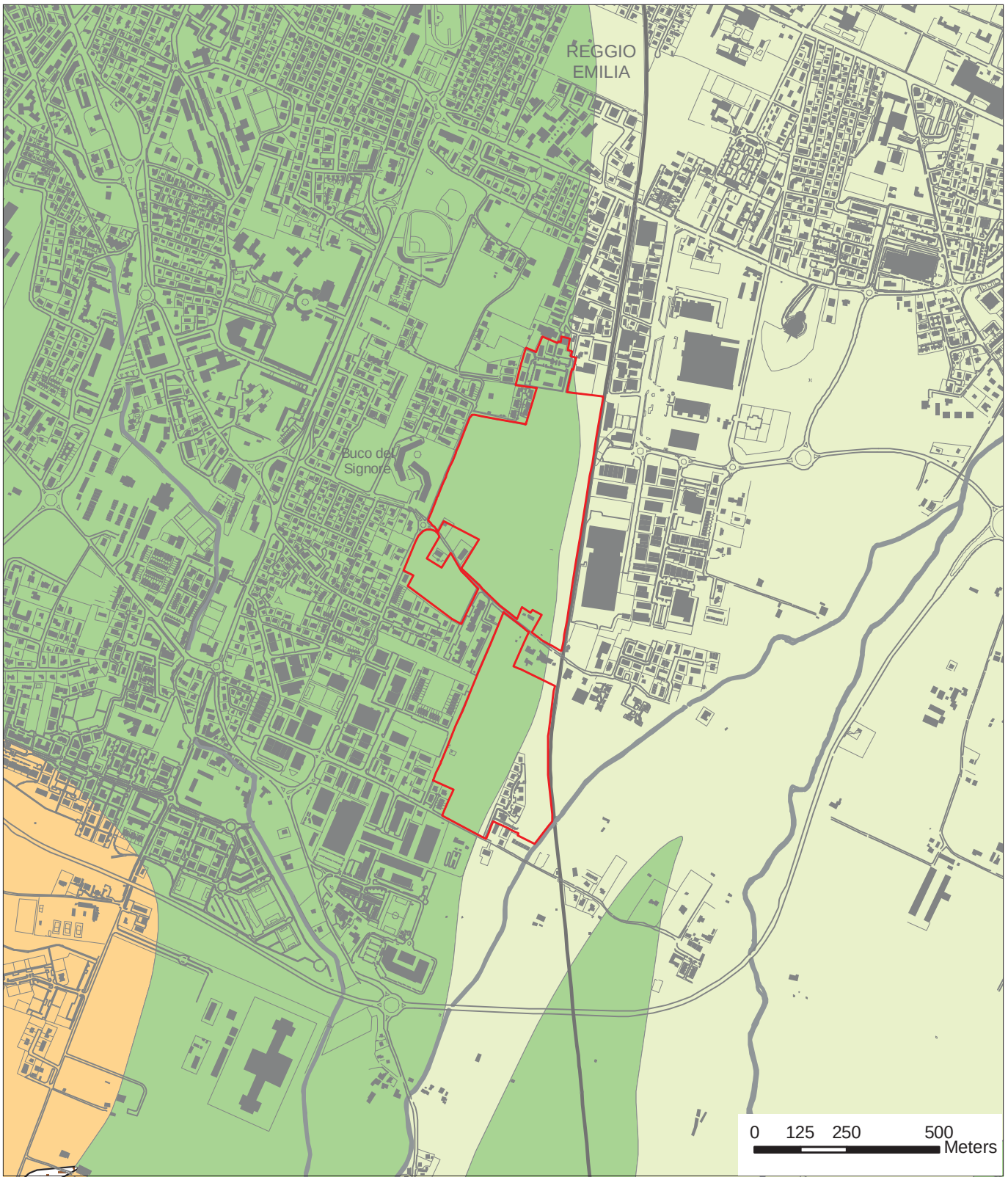
Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Data l'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 5d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (tab. 6):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.7**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**2.2**

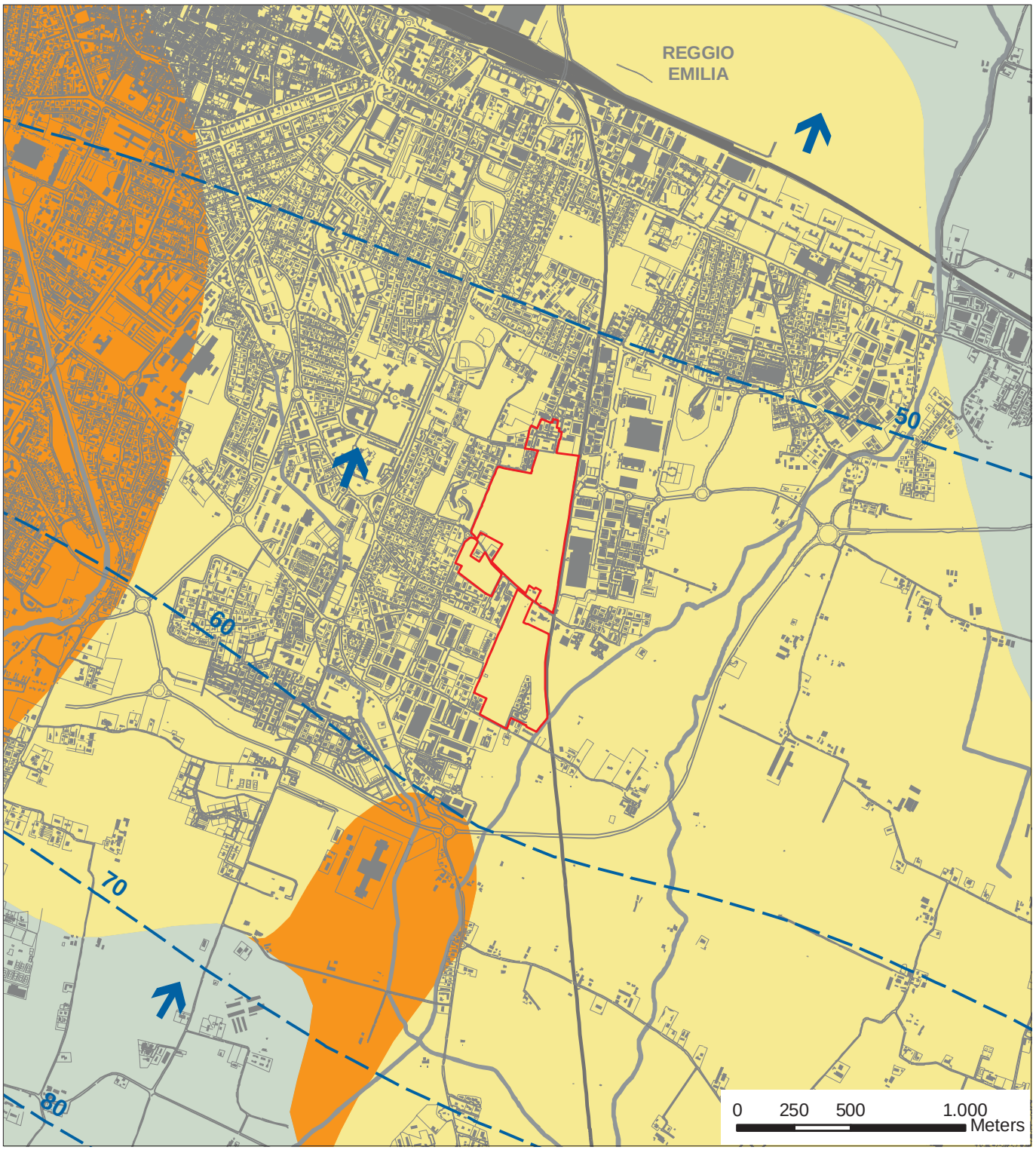
Tabella 6 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto residenziale Acque Chiare



TAV. 5a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna - Unità di Modena
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Niviano
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Comparto oggetto di indagine



TAV. 5b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

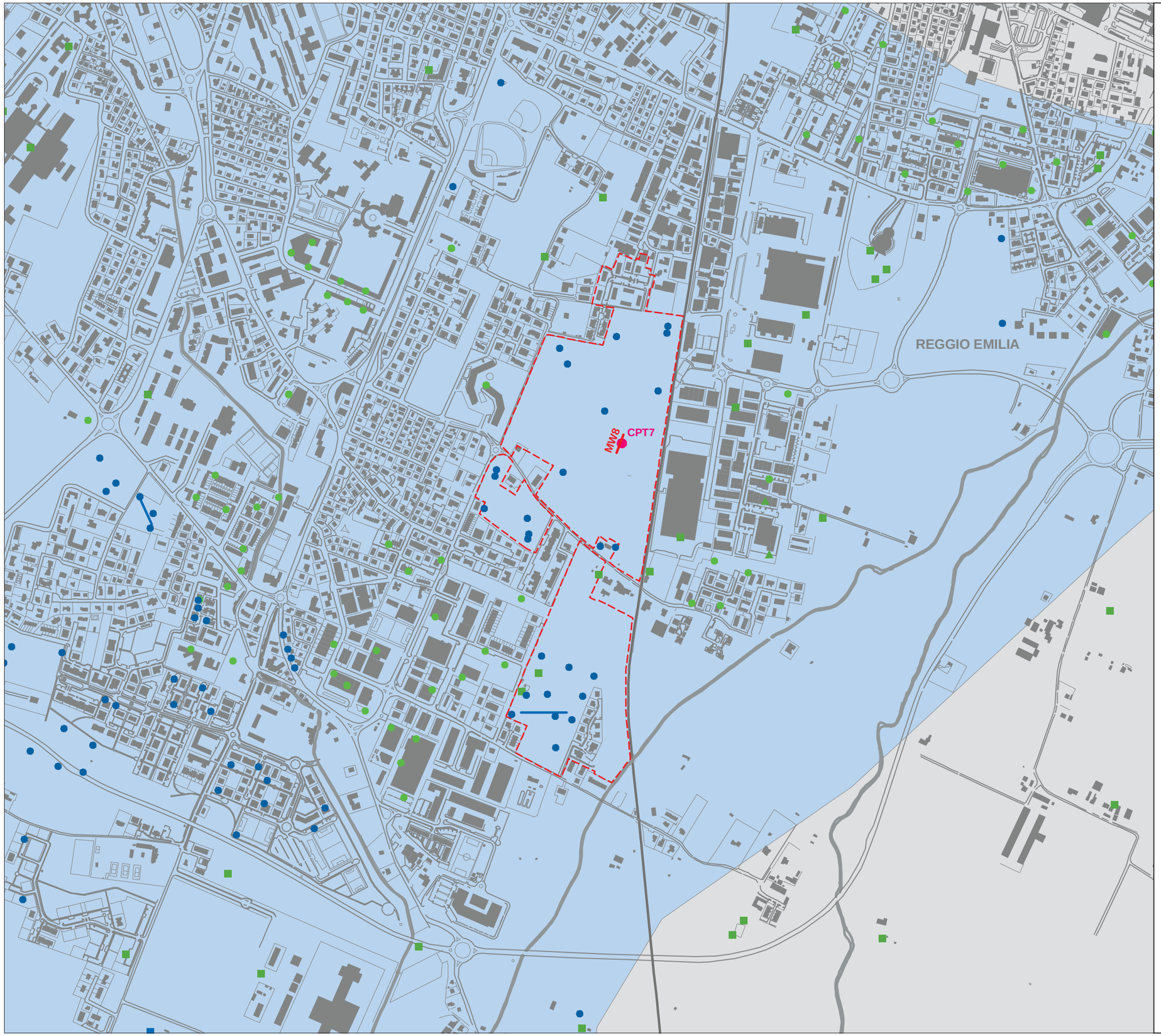
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 5c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

REGGIO
EMILIA

TAV. 5d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,5
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,7
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.2

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

6. AREA RESIDENZIALE MASONE

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di trasformazione in questione risulta di dimensioni medio-piccole (circa 5,4 ha) e si colloca nel settore orientale del territorio comunale in adiacenza al centro abitato di Masone (Tav. 1).

USO DEL SUOLO

Si tratta di un comparto residenziale la cui trasformazione è già stata avviata da tempo. Alcuni settori sono già stati oggetto di interventi edificatori, mentre le aree tuttora agricole sono in parte incolte ed in parte ancora interessate dalle consuete coltivazioni rotazionali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna (Tav. 6a). Si tratta di alternanze di argille e argille limose, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica.

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 58 e 57 m s.l.m., risulta subpianeggiante e si inserisce in un contesto caratterizzato da una debole pendenza verso nord.

L'idrografia locale è rappresentata dal Cavo Tresinaro che drena il territorio a monte dell'area.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –120 m s.l.m. (-180 m da p.c.).

I dati disponibili del livello di falda, indicano una soggiacenza attestata a quote prossime al piano campagna, anche in relazione all'instaurarsi di una falda superficiale a carattere stagionale, con livelli di -0.60÷0.80 m dal piano campagna.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 6b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità basso.

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa per la progettazione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 6c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (MW_11) con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area è caratterizzato dalla presenza di depositi argillosi e argilloso limosi, con intercalazioni lentiformi di corpi sabbioso-limosi e limoso-torbosi, tipici della zona distale delle conoidi alluvionali.

I dati stratigrafici, desunti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che il primo livello ghiaioso è localizzato alla quota di circa –20.00 m da p.c. e presenta uno spessore limitato di qualche metro, cui fanno seguito nuovamente depositi argillosi sino circa a –50.00 m da p.c..

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I dati di prove penetrometriche eseguite in passato dell'areale, spinte sino alla profondità massima di –15.00 m da p.c., evidenziano un andamento della resistenza alla punta (Rp) caratterizzato frequentemente da valori inferiori a 10 kg/cm^2, rilevati in corrispondenza dei termini litologici coesivi argilloso-limosi. Valori più elevati di Rp, prossimi a 20÷30 kg/cm^2, sono invece indotti dalle intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose, a comportamento geotecnico granulare.

Oltre la profondità di –10.00 m da p.c. si registra un leggero aumento della consistenza dei depositi argilloso-limosi, i cui valori minimi di Rp si attestano sui 10 kg/cm^2.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dalla prova MASW (Fig. 16), mostra un incremento delle velocità nei primi 5 metri di profondità, per poi mantenere un andamento pressoché costante non influenzato dalla profondità.

I valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono i seguenti:

Base sismica "MW11" → V_{s30} = 231 m/s

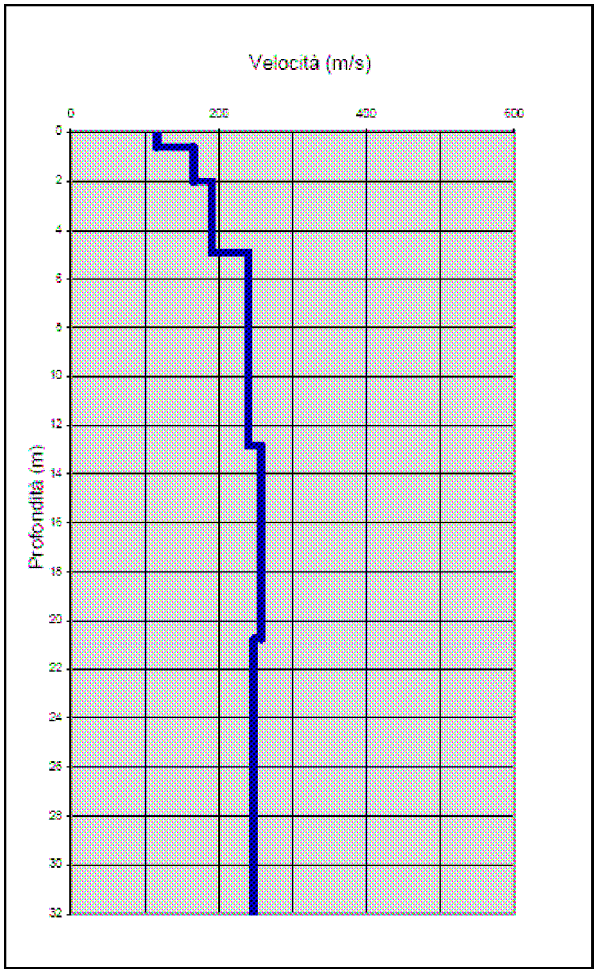


Fig. 16 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica "MW11"

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria C** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione è stata esclusa da uno studio già eseguito su parte del comparto *("Indagine di fattibilità geologico-geotecnica P.P. iniziativa privata Ti3-29 Via Soncini"* redatto da CENTROGEO Studio Geologico – gennaio 2005) , attraverso verifiche eseguite con il metodo semplificato di Robertson e Wride (1998).

Tuttavia considerato che tale studio ha interessato solo una porzione del comparto, si richiede, in sede di attuazione, che il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva esclusione di tale fenomeno.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione inferiori a 70 kPa,non permette di escludere il verificarsi di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Pertanto si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

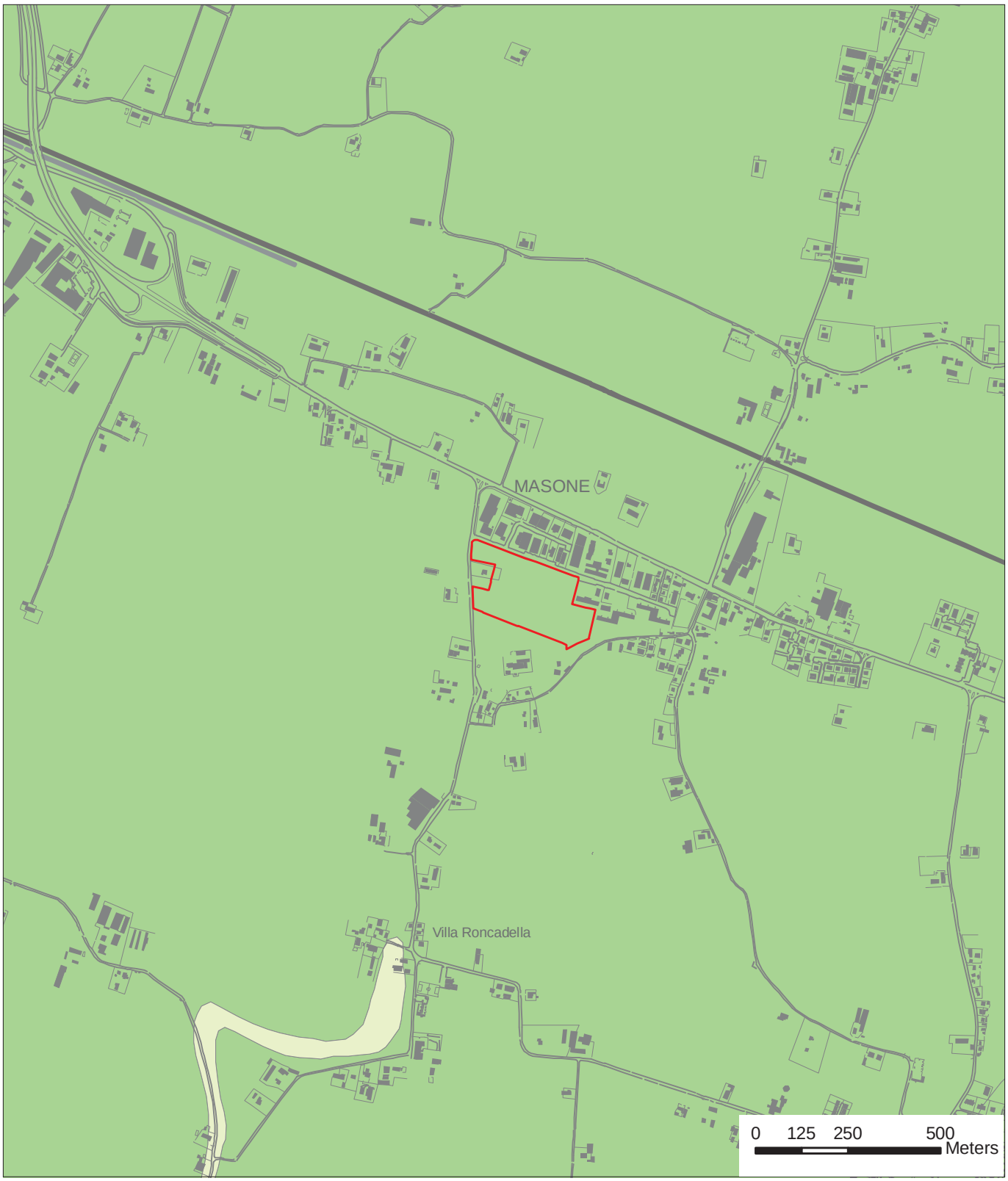
Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 6d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (tab. 7):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.8**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**2.4**

Tabella 7 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per l' area residenziale di Masone



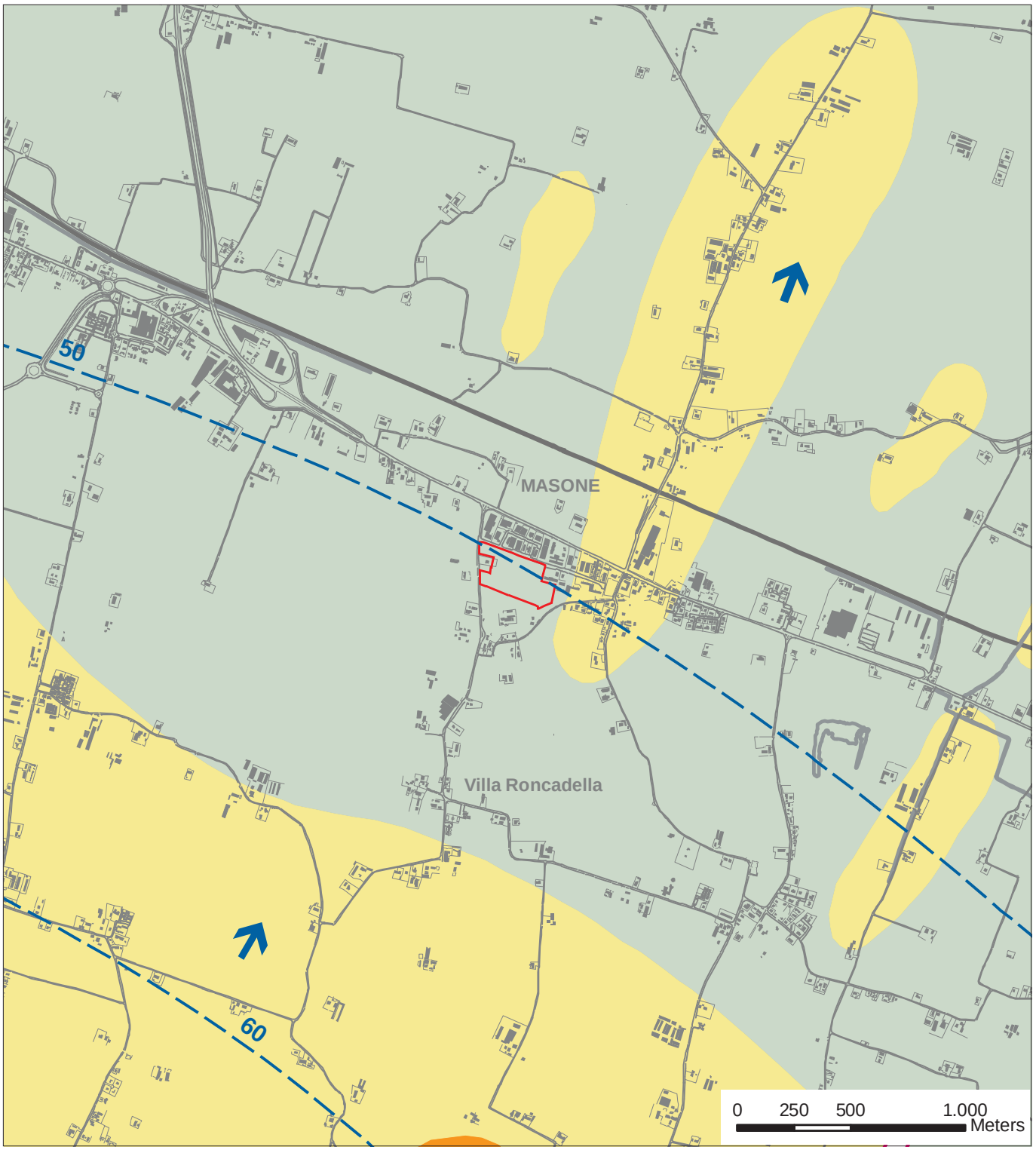
TAV. 6a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna - Unità di Modena

Comparto oggetto di indagine

Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
Subsintema di Ravenna



TAV. 6b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

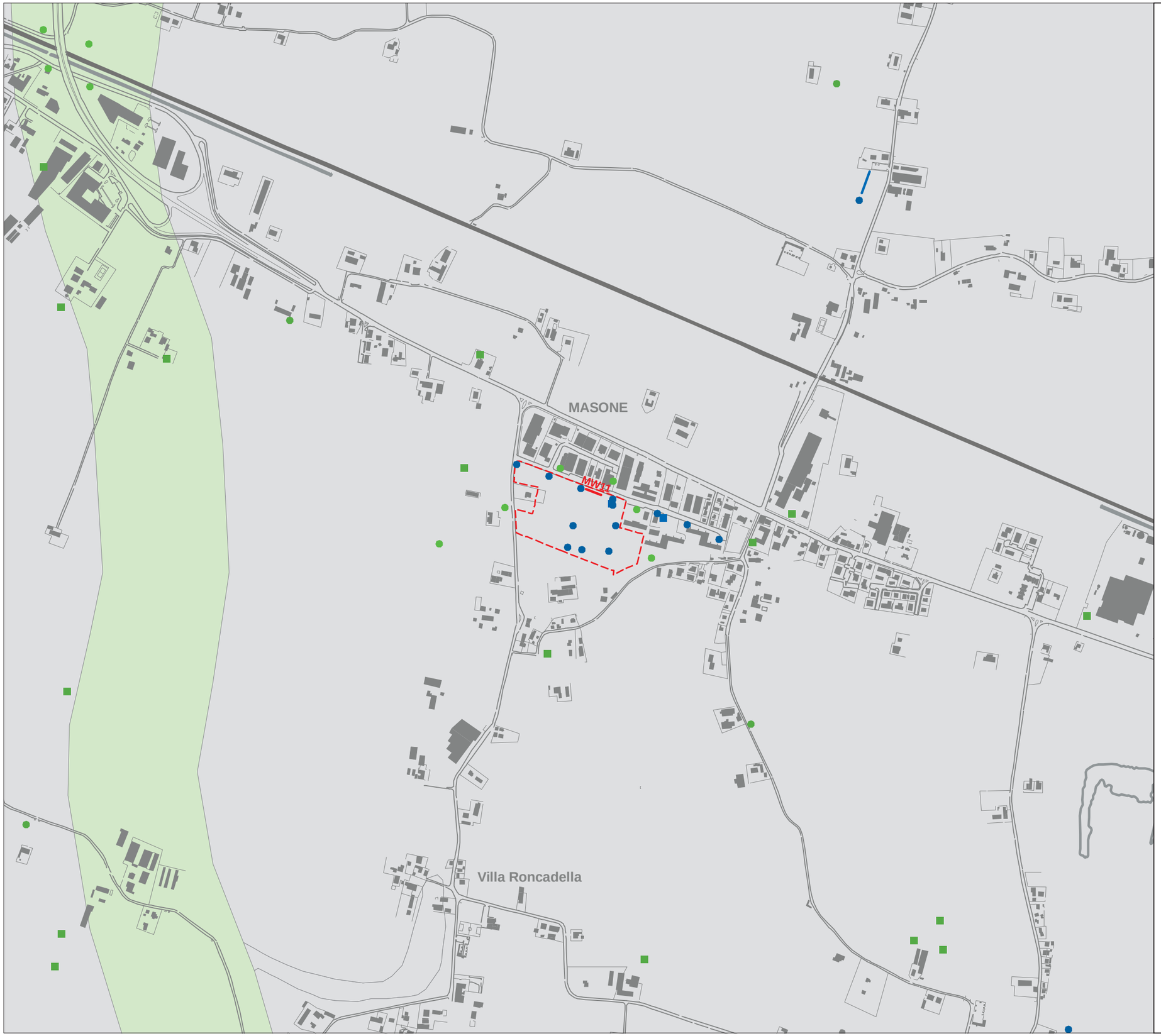
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 6c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

TAV. 6d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,5
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,8
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.4

Zona soggetta a possibili cedimenti post-sismici

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

7. COMPARTO RESIDENZIALE CADÈ

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione interessa una superficie complessiva di circa 5.8 ha e si colloca nel settore occidentale del territorio comunale, alla periferia est dell'abitato di Cadè ed è delimitato a sud dalla via Emilia e a nord dal tracciato della linea ferroviaria Milano - Bologna (Tav. 1).

USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono attualmente interessate da coltivazioni agricole rotazionali, fatta eccezione di un settore adibito ad impianti sportivi.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna (Tav. 7a). Si tratta di alternanze di argille, argille limose e ghiaie, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica.

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 48 e 45 m s.l.m., presenta una debole pendenza verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata dallo Scolo Cava che borda l'area sul limite occidentale.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –120 m s.l.m. (-170 m da p.c.).

I dati disponibili del livello di falda, indicano una soggiacenza di circa –10.00 m dal piano campagna.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-est (Tav. 7b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità alto (Tav. 7b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa per la progettazione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 7c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (MW_4) con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area è caratterizzato dalla presenza di depositi argillosi e argilloso-limosi, che dal piano campagna si spingono sino alla profondità di circa –10.00÷12.00 m da p.c., all'interno dei quali si rinvengono sporadiche e sottili intercalazioni lenticolari di depositi grossolani. La coltre argillosa ricopre un livello ghiaioso di spessore decametrico, a sua volta sovrapposto ad alternanze di livelli di argille e livelli di ghiaie aventi spessori di 15÷20 metri.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I dati di prove penetrometriche eseguite in passato dell'areale, spinte sino alla profondità massima di –10.00 m da p.c., evidenziano la presenza di terreni a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di discreta consistenza, con valori di resistenza alla punta (Rp) che risultano mediamente oscillanti tra 10 e 20 kg/cm^2.

In corrispondenza delle intercalazioni ghiaiose è stato riscontrato un locale aumento dei valori, sino a raggiungere punte massime di 100 kg/cm^2. Si tratta tuttavia di incrementi di resistenza isolati, a motivo della conformazione lenticolare e di limitato spessore di questi sedimenti grossolani.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dalla prova MASW (Fig. 17), mostra un incremento delle velocità nei primi 4 metri di profondità, per poi mantenere un andamento pressoché costante non influenzato dalla profondità.

I valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono i seguenti:

base sismica MW_4 → V_{s30} = 382 m/s

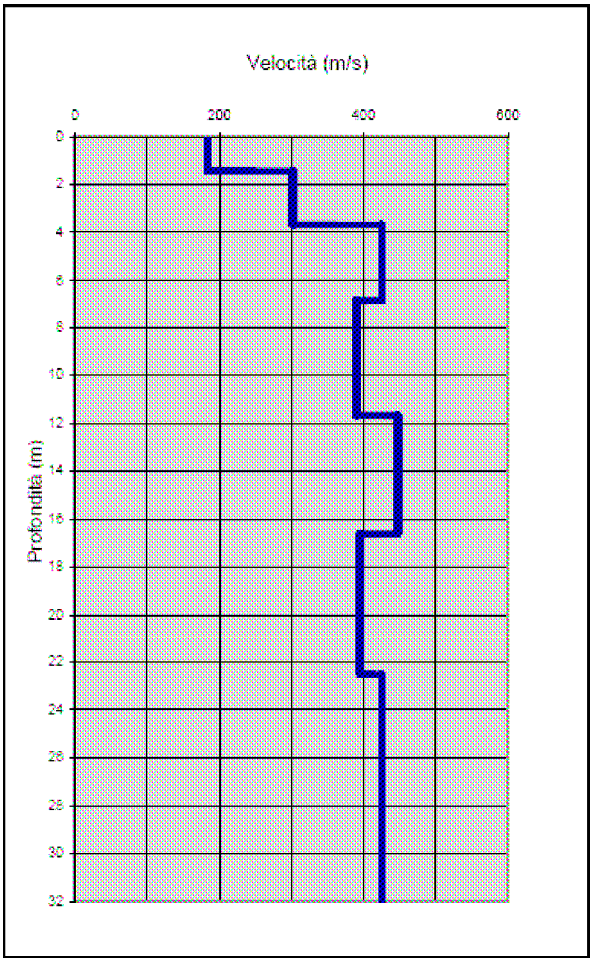


Fig. 17 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica "MW_4"

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria B** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*, pur essendo caratterizzato da un valore di V_{s30} prossimo a quello di soglia con la categoria di sottosuolo inferiore.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi significativi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione talvolta minori di 70 kPa ma con spessore complessivo inferiore a 5 metri, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 7d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (tab. 8):

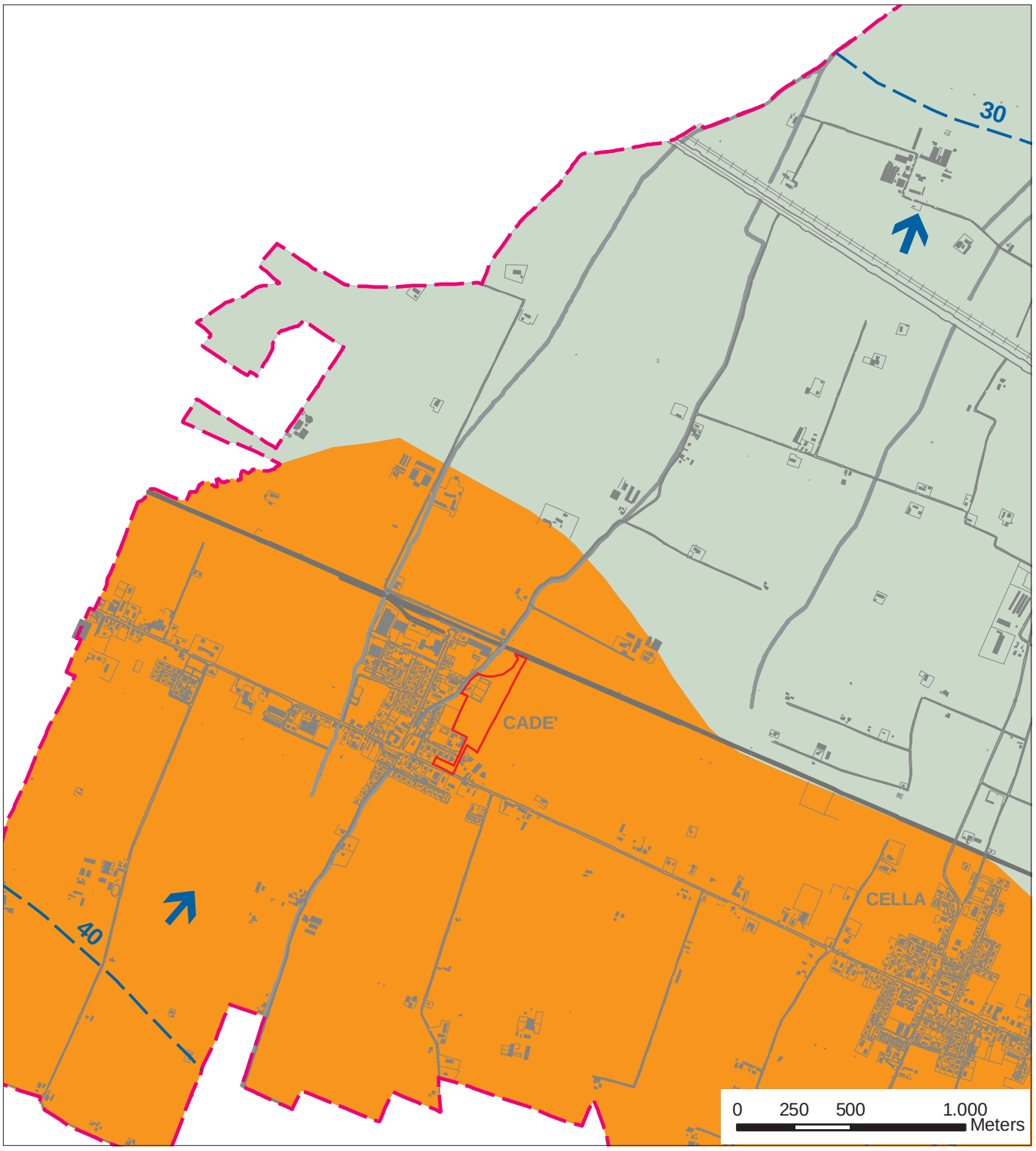
	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.6**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**1.9**

Tabella 8 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per il comparto residenziale di Cadè

TAV. 7a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Vignola
- Comparto oggetto di indagine
- Confine comunale



TAV. 7b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 7c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

TAV. 7d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,6
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 1.9

Comparto oggetto di indagine

CADE'

ferrovia MI-BO

Via Emilia

0 50 100 200
Meters

8. AREA RESIDENZIALE CODEMONDO

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione di significative dimensioni (circa 10 ha) si colloca nel settore occidentale del territorio comunale nella località di Codemondo.

E delimitato dalla S.P. 28 (via Teggi) sul lato nord ed è bordato sui restanti lati dal tracciato del Canale Demaniale d'Enza (Tav. 1).

USO DEL SUOLO

Si tratta di un comparto residenziale la cui trasformazione è già stata avviata da tempo. Alcuni settori sono già stati oggetto di interventi edificatori, mentre le aree tuttora agricole sono interessate dalle consuete coltivazioni rotazionali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo. Più in particolare il settore ad ovest del T. Quaresimo ricade su terreni attribuiti al Subsintema di Ravenna nella parte morfologicamente più rilevata e all'Unità di Modena del medesimo Subsintema per la fascia prossimale al corso d'acqua.

Viceversa i terreni affioranti in destra idraulica del T. Quaresimo sono riferibili all'Unità di Modena, fatta eccezione per una ristretta fascia adiacente il canale d'Enza attribuiti al Sintema Emiliano-Romagnolo in senso lato (Tav. 8a)

Si tratta di alternanze di argille, argille limose e ghiaie, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica. L'Unità Modena si differenzia dagli altri depositi per la presenza di un suolo di ridotto spessore (inferiore a 100 cm), caratterizzato da un bassissimo grado di alterazione, data l'età più recente di deposizione (*Post-VI secolo d.C.*).

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Sotto il profilo geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 65 e 61 m s.l.m., mostra una pendenza generale verso i quadranti settentrionali, a cui si somma l'incisione generata dal T. Quaresimo. L'idrografia locale è rappresentata dal T. Quaresimo, che attraversa longitudinalmente l'area e dall'antico tracciato del Canale Demaniale d'Enza.

IDROGEOLOGIA

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca quota di circa –10 m s.l.m. (-70 m da p.c.).

Studi eseguiti dal dott. Zarotti nel 1990 in sede di variante urbanistica indicarono una soggiacenza di –15.00 m dal p.c., tuttavia non si può escludere che, a seguito di periodi particolarmente piovosi, la soggiacenza possa ridursi ulteriormente sino a quote prossime al piano campagna, anche in relazione alle portate di piena del T. Quaresimo.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso i quadranti settentrionali (Tav. 8b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità basso (Tav. 8b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa per la progettazione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 8c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (MW_2) con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area è caratterizzato in superficie dalla presenza di una coltre argillosa-limosa dello spessore di 6÷8 metri, con intercalati localmente depositi lenticolari di ghiaie poco addensate in matrice argilloso-limosa.

I dati stratigrafici disponibili, desunti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che al di sotto di questa coltre si alternano orizzonti ghiaiosi e argillosi, con preponderanza dei termini grossolani sino alla profondità di circa -30÷35 m da p.c..

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I dati disponibili indicano una certa disomogeneità, sia in senso orizzontale che verticale, delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni, indotte dalla conformazione lenticolare dei depositi grossolani. In particolare sino alla profondità di –6.00 m da p.c., le intercalazioni ghiaiose risultano scarsamente addensate, mentre a profondità maggiori le prove penetrometriche si sono arrestate in seguito al raggiungimento delle condizioni di rifiuto strumentale.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dalla prova MASW (Fig. 18), mostra un incremento delle velocità nei primi 5 metri di profondità, sino a raggiungere i 568 m/s, per poi ridursi a 526 m/s a –8.25 m di profondità, con un ulteriore calo a 426 alla profondità di circa –16 m dal p.c.. Tale velocità viene poi mantenuta sino oltre i 30 m di profondità.

I valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono i seguenti:

base sismica "MW_2" → V_{s30} = 427 m/s

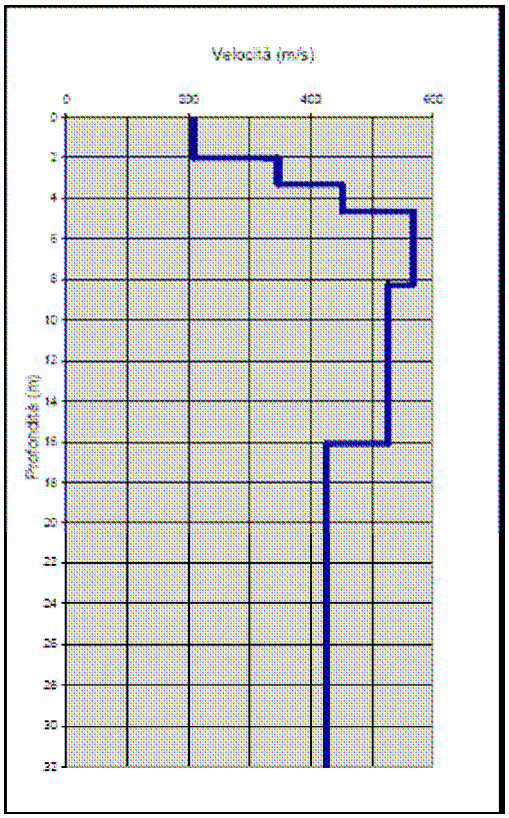


Fig. 18 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica "MW_2"

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria B** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi significativi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali indagate, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

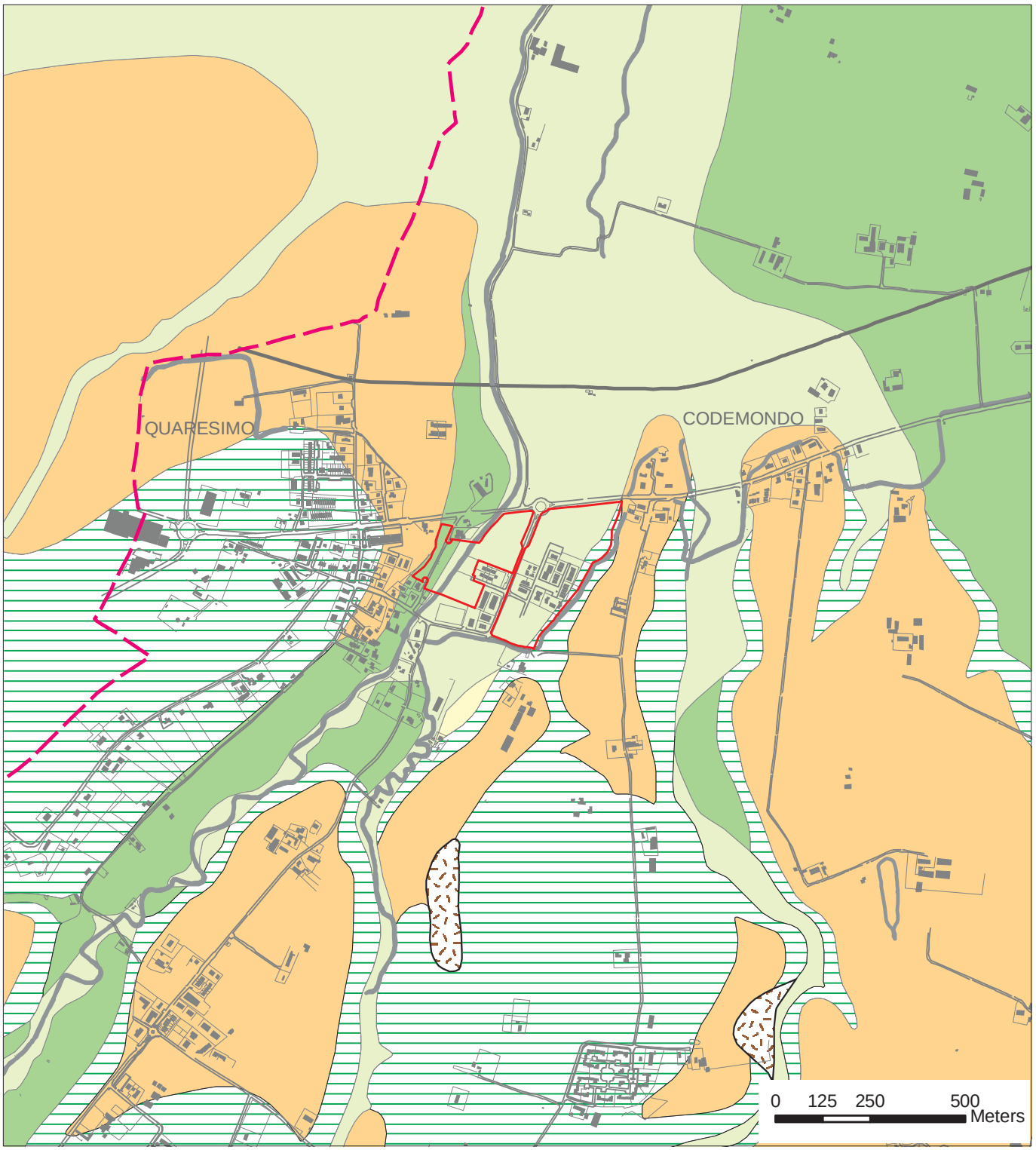
Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 8d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (tab. 9):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**1.7**

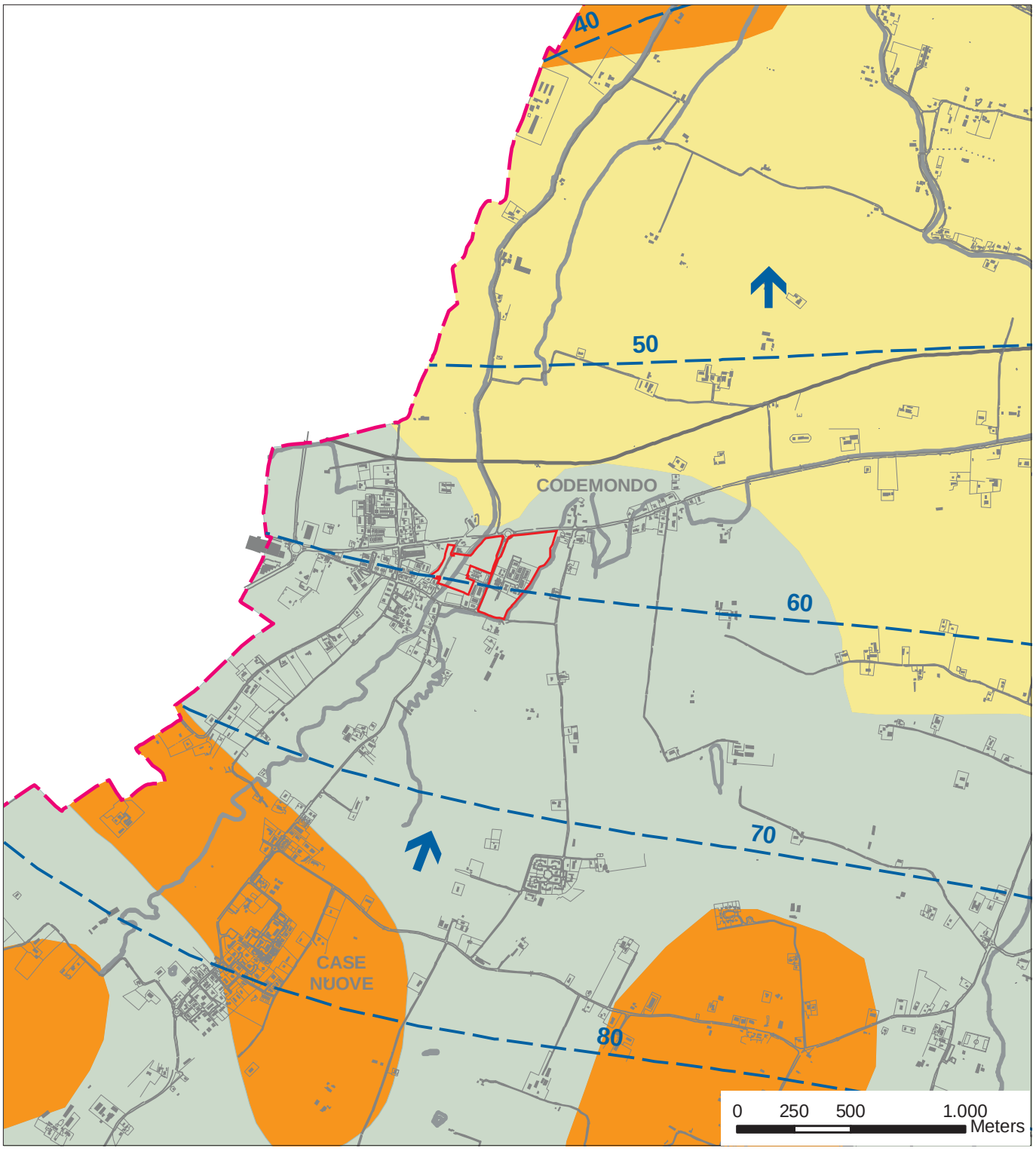
Tabella 9 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per l'area residenziale di Codemondo



TAV. 8a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Depositi eluvio-colluviali
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna - Unità di Modena
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Vignola
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Niviano
- Comparto oggetto di indagine
- Confine comunale



TAV. 8b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

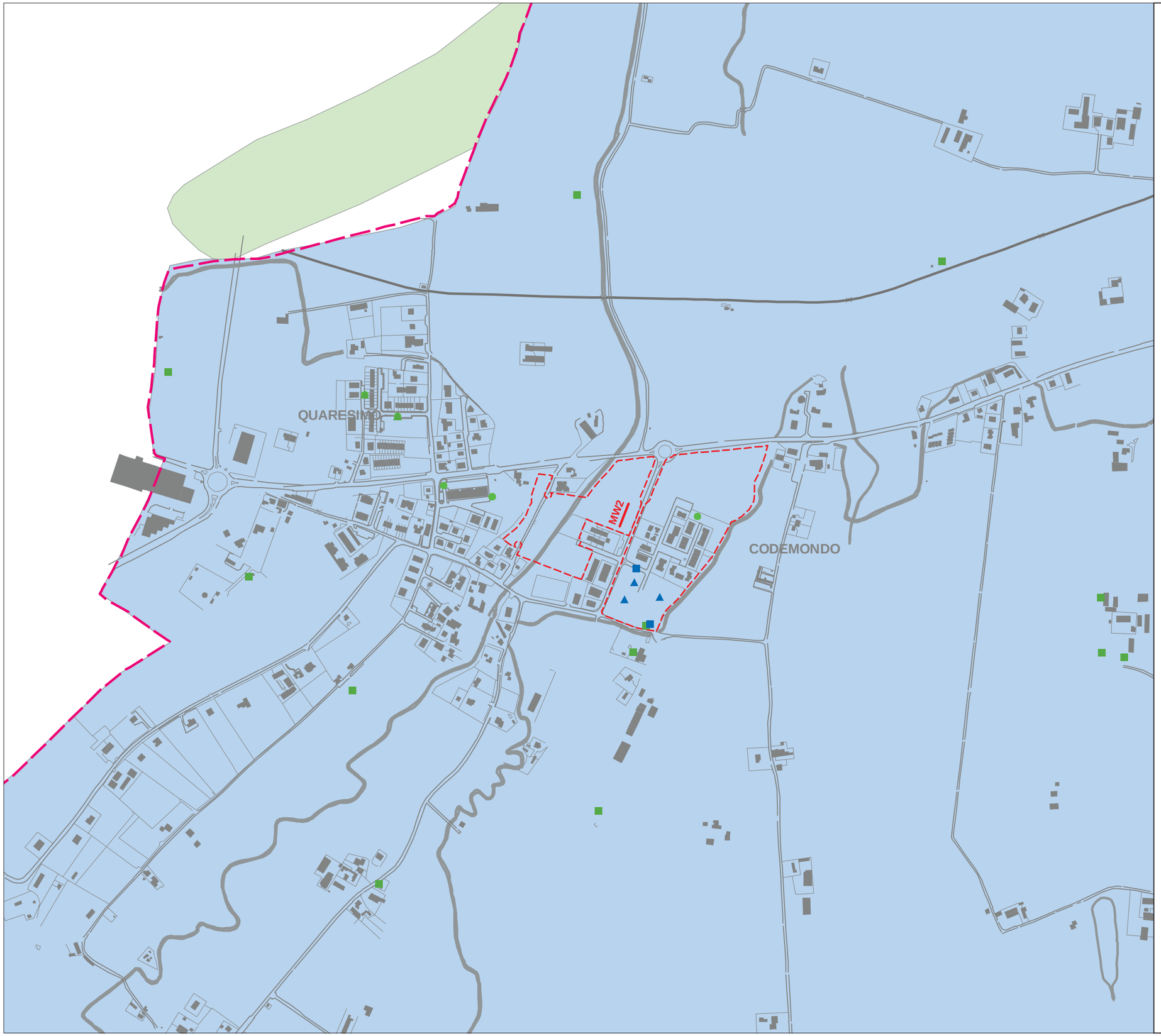
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 8c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 100 200 400

REGGIO
EMILIA

TAV. 8d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,4
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 1.7

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

9. AREA RESIDENZIALE REGGIA DI RIVALTA

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione si colloca in località Rivalta e interessa il perimetro della storica Reggia (Tav. 1).

In realtà la previsione di trasformazione riguarda esclusivamente una porzione dell'area edificata, senza il coinvolgimento dell'area verde.

USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono attualmente interessate da alcuni edifici in precario stato di conservazione e da un'ampia superficie a verde pubblico.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore. Più in particolare il settore occidentale dell'area ricade su terreni attribuibili al Subsintema di Villa Verucchio – Unità di Vignola, mentre il settore orientale ricade su terreni attribuibili al Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 9a).

Si tratta di alternanze di argille, argille limose e ghiaie, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dal T. Crostolo. L'Unità Modena si differenzia dagli altri depositi per la presenza di un suolo di ridotto spessore (inferiore a 100 cm), caratterizzato da un bassissimo grado di alterazione, data l'età più recente di deposizione (*Post-VI secolo d.C.*).

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 98 e 88 m s.l.m., presenta una debole pendenza verso il quadrante nord-orientale, che si accentua localmente in corrispondenza della scarpata di terrazzo che delimita l'Unità di Vignola da quella di Modena.

L'idrografia locale è rappresentata dal T. Crostolo il cui alveo attivo scorre circa un centinaio di metri ad est della recinzione dell'area.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa +50 m s.l.m. (-40 m da p.c.).

I dati disponibili del livello di falda, indicano una soggiacenza di -8÷9 metri rispetto al piano campagna nel settore occidentale, mentre in quello orientale, morfologicamente più depresso, è stimabile nell'ordine di pochi metri, in concomitanza con gli eventi di piena del vicino T. Crostolo.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-est (Tav. 9b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità alto.

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa per la progettazione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 9c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (MW_1) con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico del settore occidentale dell'area, desunto da prove penetrometriche eseguite in passato, è caratterizzato da un orizzonte superficiale dello spessore di circa 5÷6 m di depositi fini argilloso-limosi e limosi con locali intercalazioni ghiaioso-sabbiose, in ricoprimento di una bancata essenzialmente argilloso-ghiaiosa che ha determinato l'arresto delle prove per rifiuto all'avanzamento.

I dati stratigrafici disponibili, desunti dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna, indicano che questi depositi grossolani presentano una potenza modesta, qualche metro, e al di sotto di essi sono presenti sedimenti argillosi continui sino alla profondità di –20.00 m da p.c..

La zona orientale dell'area sono caratterizzati in superficie da una maggior presenza di termini grossolani, connessi alle divagazioni del T. Crostolo avvenute nel corso dell'Olocene.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

I depositi più superficiali sono caratterizzati da un comportamento geotecnico essenzialmente di tipo coesivo e presentano un grado di consistenza elevato nei primi metri di profondità, per poi ridursi a valori minimi di resistenza penetrometrica alla punta (Rp) pari a 5÷7 kg/cm^2 tra le quote di –4.00÷5.00 m da p.c..

A profondità maggiori si registra un netto incremento della Rp, con valori massimi superiori a 100 kg/cm^2, indotti dall'intercettazione di livelli grossolani addensati.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dalla prova MASW (Fig. 19) mostra un incremento delle velocità nei primi 6 metri di profondità, sino a raggiungere i 529 m/s, per poi ridursi a 479 m/s a –16.27 m di profondità, con un ulteriore calo a 423 alla profondità di circa –20.25 m dal p.c.. Tale velocità viene poi mantenuta sino oltre i 30 m di profondità.

I valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono i seguenti:

base sismica "MW_1" → V_{s30} = 419 m/s

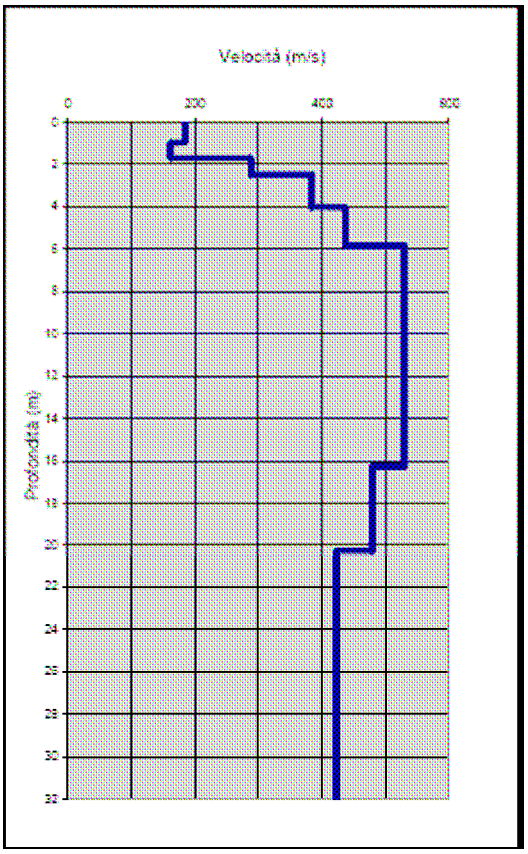


Fig. 19 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica "MW_1"

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria B** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi significativi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa e solo per limitati spessori inferiori a tale valore, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

MICROZONAZIONE SISMICA

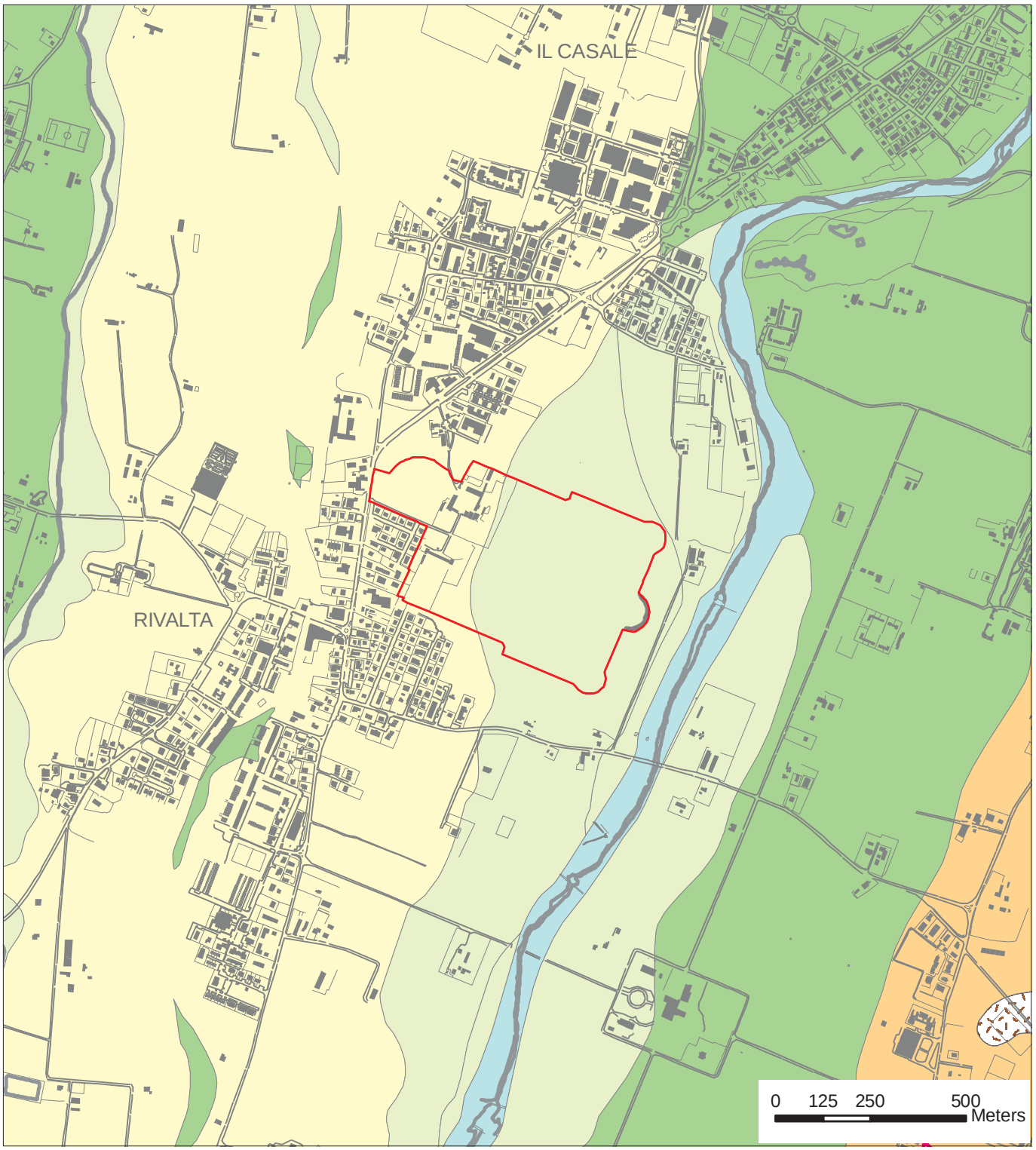
Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 9d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (tab. 10):

	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.4**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**1.8**

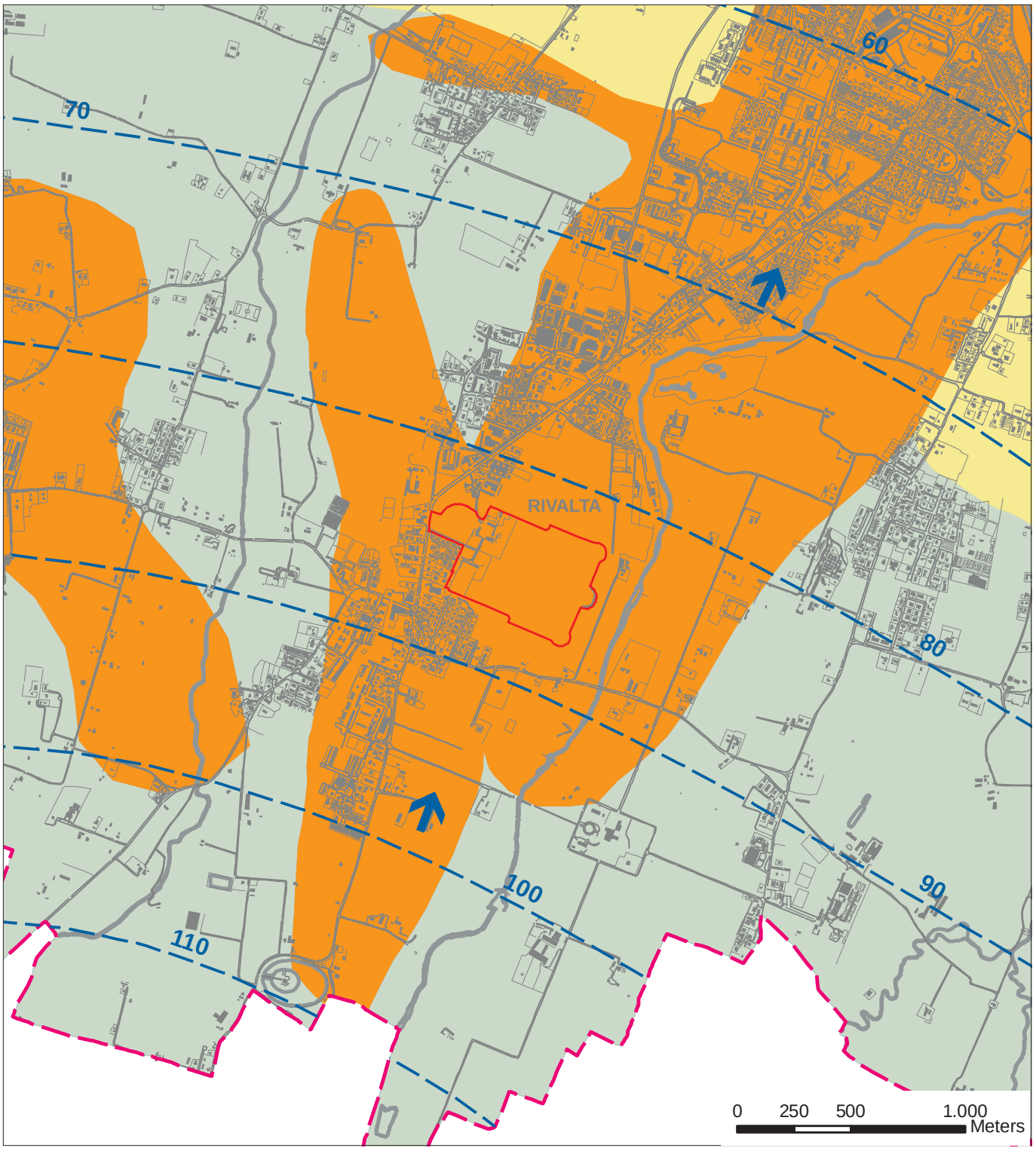
Tabella 10 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per l'area residenziale Reggia di Rivalta



TAV. 9a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Depositi alluvionali in evoluzione
- Depositi eluvio-colluviali
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna - Unità di Modena
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Vignola
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Villa Verucchio Unità di Niviano
- Comparto oggetto di indagine



TAV. 9b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

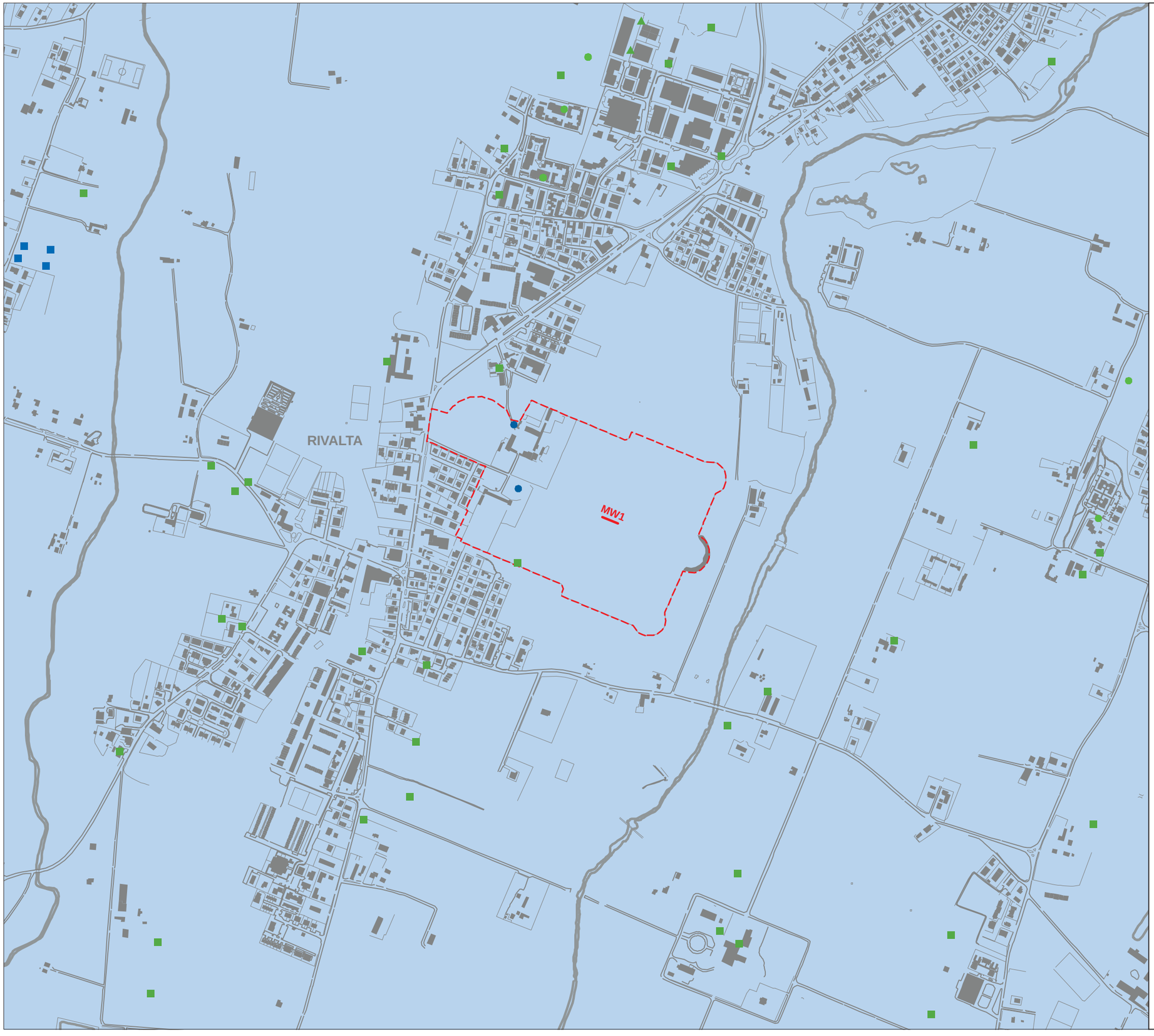
Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 9c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE



LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 125 250 500

REGGIO
EMILIA

TAV. 9d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,4
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,5
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 1.8

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters

10. AREA RESIDENZIALE RONCOCESI

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comparto in questione presenta un'estensione di 4.8 ha e si colloca nel settore nord-occidentale del territorio comunale in adiacenza del centro abitato di Roncocesi (Tav. 1).

USO DEL SUOLO

Si tratta di un comparto residenziale la cui trasformazione è già stata avviata da tempo. Alcuni settori sono già stati oggetto di interventi edificatori, mentre le aree tuttora agricole sono interessate dalle consuete coltivazioni rotazionali.

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 10a).

Si tratta di alternanze di argille, argille limose e sabbie-ghiaiose, connesse alla sedimentazione operata nel corso dell'Olocene dai corsi d'acqua di origine appenninica.

I depositi presentano una stratificazione di tipo cuneiforme, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che li hanno originati: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 39 e 38 m s.l.m., risulta subpianeggiante e si inserisce in un contesto caratterizzato da una debole pendenza verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata dal T. Modolena che sviluppa il suo tracciato circa 600 a ovest dell'area in questione.

IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla quota di circa –170 m s.l.m. (-210 m da p.c.).

I dati disponibili del livello di falda, indicano una soggiacenza compresa tra –1.00 e 2.00 m dal piano campagna. Tuttavia non si può escludere che, a seguito di periodi particolarmente piovosi, la

soggiacenza possa ridursi ulteriormente sino a quote prossime al piano campagna, anche in relazione all'instaurarsi di una falda superficiale a carattere stagionale.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 10b). Circa la vulnerabilità degli acquiferi l'intera area presenta un grado di vulnerabilità basso (Tav. 10b).

DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo è stata eseguita n° 1 prova penetrometrica statica (Tav. 10c), denominata CPT4, impiegando un penetrometro da 10 t automontato, dotato di strumento con sistema di misurazione Gouda, munito di punta meccanica "Friction Jacket Cone" (cfr. All. 1).

Inoltre si è fatto riferimento ad ulteriori indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa per la progettazione di precedenti interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 10c).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (MW_3) con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

LITOSTRATIMETRIA

L'assetto litostratimetrico dell'area è caratterizzato da una potente copertura di depositi fini argillosi e argilloso-limosi che dal piano campagna si spinge sino a profondità di circa –20.00 m, con locali e sottili intercalazioni limo-sabbiose. Al di sotto di esso sono presenti depositi ghiaioso-sabbiosi, la cui potenza desunta dal DB geognostico della Regione Emilia-Romagna risulta di ordine decametrico.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Il diagramma penetrometrico della prova CPT4 evidenzia la presenza di terreni a comportamento geotecnico essenzialmente coesivo (argille e argille limose), di consistenza generalmente medio-bassa, con valori di resistenza alla punta (Rp) che risultano mediamente oscillanti tra 10 e 15 kg/cm^2, ma che localmente scendono sino a valori minimi di 5÷6 kg/cm^2. Solo tra le quote di –5.00 e –8.00 m da p.c. si è registrato un aumento della Rp con valori superiori a 15 kg/cm^2 e punte massime di 40 kg/cm^2.
Alla quota di circa –20.00 m da p.c. l'intercettazione del banco ghiaioso addensato ha determinato un rapido aumento della Rp, con arresto della prova per rifiuto strumentale all'avanzamento in seguito al raggiungimento di valori di Rp superiori a 600 kg/cm^2.

VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dalla prova MASW (Fig. 20) mostra dapprima un graduale incremento delle velocità nei primi 5 metri di profondità, sino a raggiungere un massimo di 342 m/s, per poi ridursi a 219 m/s a profondità comprese tra -9.00 e -20.76 m, dove si osserva un nuovo vistoso aumento a 429 m/s. Tale velocità si riduce nuovamente alla profondità di circa –27 m dal p.c. dove sono stati registrati 319 m/s.

I valori delle velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità (V_{s30}) sono i seguenti:

base sismica "MW_3" → V_{s30} = 247 m/s

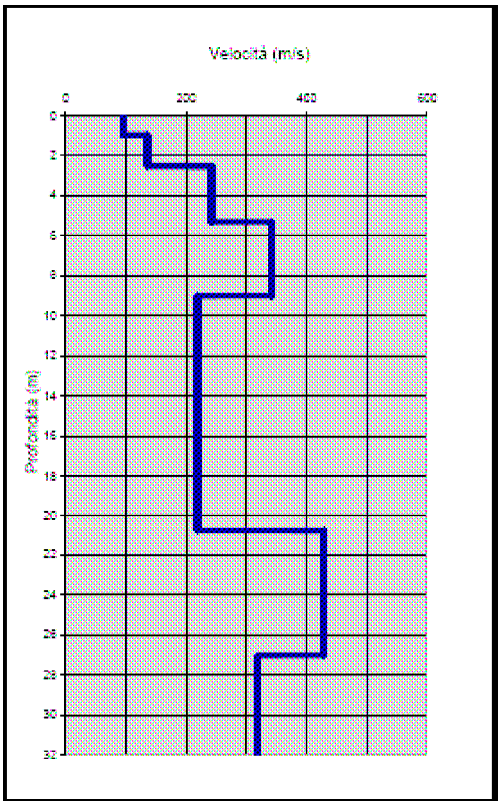


Fig. 20 – Profilo di velocità delle onde di taglio base sismica "MW_3"

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla **categoria C** di cui al D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

EFFETTI SISMICI LOCALI

Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante del comparto, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi significativi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione talvolta inferiori a 70 kPa, non permette di escludere il verificarsi di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulatesi durante il terremoto.

Pertanto considerato il limitato numero di indagini eseguite in questa fase, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista verifichi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, l'effettiva occorrenza di tale fenomeno. In caso positivo l'area dovrà essere assoggettata ad approfondimento di III livello.

MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 10d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta superiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A.) per l'area in esame risultano essere i seguenti (Tab. 11):

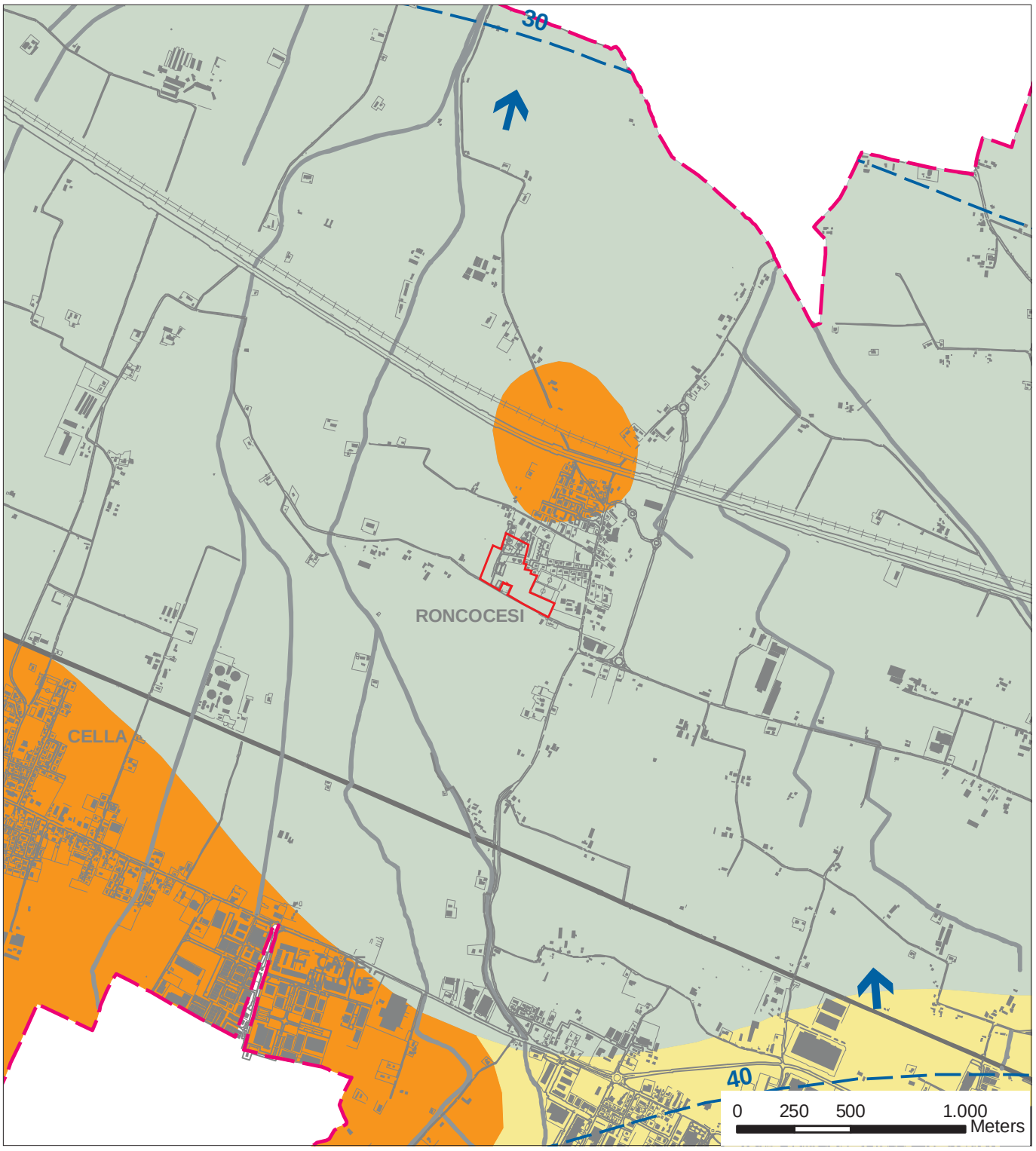
	Fattori di Amplificazione (F.A.)
P.G.A.	**1.5**
Intensità spettrale o di Housner (0.1s < T_0 < 0.5s)	**1.8**
Intensità spettrale o di Housner (0.5s < T_0 < 1.0s)	**2.3**

Tabella 11 - valori dei Fattori di Amplificazione sismica per l'area residenziale di Roncocesi

TAV. 10a - CARTA GEOLOGICA

Legenda

- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna - Unità di Modena
- Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. Subsintema di Ravenna
- Comparto oggetto di indagine
- Confine comunale



TAV. 10b - CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Idrogeologia

Curva isopiezometrica riferita a l.m.

Direzione di flusso della falda

Vulnerabilità degli Acquiferi

Alta
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

Media
(terreni prevalentemente sabbiosi)

Bassa
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

TAV. 10c
CARTA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

LEGENDA

Confine comunale

Comparto oggetto di indagine

Indagini geognostiche

Campagna di indagini 2010

Prove penetrometriche statiche

Indagine sismica

DB geognostico Regione Emilia-Romagna

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Perforazione

Altre indagini acquisite presso archivio Comune di Reggio Emilia

Prove penetrometriche statiche

Prove penetrometriche dinamiche

Indagine sismica

Classi degli effetti attesi

Classe C
Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche

Classe F
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione

Classe G
Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

Meters
0 100 200 400

TAV. 10d
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

Amplificazione stratigrafica
F.A. PGA = 1,5
F.A. S.I. (0.1s<To<0.5s) = 1,8
F.A. S.I. (0.5s<To<1.0s) = 2.3

Zona soggetta a possibili cedimenti post-sismici

Comparto oggetto di indagine

0 50 100 200
Meters