

COMUNE di PESCARA

(PROVINCIA DI PESCARA)

COMMITTENTE:

A.C.A. S.P.A - E.R.S.I. ABRUZZO

OGGETTO:

**DISINQUINAMENTO FIUME PESCARA
POTENZIAMENTO SISTEMA DEPURATIVO COMUNE DI PESCARA
LOTTO 6
REALIZZAZIONE VASCA DI PRIMA PIOGGIA DA 3800 MC IN
PROSSIMITÀ DEL PONTE DI VILLA FABIO
(PONTE CAPACCHIETTI)**

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

Il Relatore
Dott. Geol. Eustachio Pietromartire



Sommario

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
2. METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO	5
3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	18
6. CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI	24
7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE	31
8. SISMICITÀ DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI	33
8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	36
9. VERIFICA DELLA STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	42
9.1 FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE	44
9.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE MEDIANTE LA METODOLOGIA SEED et. Al. (1983)	46
10. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DEL TERRITORIO	51
11. CONCLUSIONI	53

ALLEGATI:

- CARTA TOPOGRAFICA (SCALA 1:25.000)
- CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:50.000)
- CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLE PENDENZE (SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PSDA, SCALA 1:10.000)
- CARTA GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)
- STRALCIO DI SEZIONE GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)
- UBICAZIONE INDAGINI
- INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO NEL MEDESIMO SEDIME DI PROGETTO
- CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO
- INDAGINE GEOFISICA (HVSr)
- SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico, geomorfologico geologico – tecnico e sismico, eseguito nel territorio comunale di Pescara (PE) a supporto del progetto “DISINQUINAMENTO FIUME PESCARA – POTENZIAMENTO SISTEMA DEPURATIVO COMUNE DI PESCARA. Lotto 5 – REALIZZAZIONE DI VASCA DI PRIMA PIOGGIA DA 3800 MC IN PROSSIMITÀ DEL PONTE DI VILLA FABIO (PONTE CAPACCHIETTI”.

Il sito di progetto si trova in prossimità del ponte Villa Fabio, in sinistra idrografica del F. Pescara.

Lo studio è finalizzato alla valutazione delle litologie affioranti, all'individuazione del *trend* morfoevolutivo, alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico e sismico in cui s'inserisce il sito di progetto.

L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza che per la documentazione bibliografica esistente.

Per la definizione del contesto geologico finalizzato alla ricostruzione di un modello geologico, idrogeologico e morfologico in un intorno significativo dell'area di progetto, si è fatto riferimento ad indagini geognostiche, geotecniche e prove di laboratorio eseguite sul medesimo sedime di progetto; questo in accordo con il capitolo 6.2.2 che recita “nel caso di costruzione o di interventi di modesta rilevanza, che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico la progettazione può essere basata sulle conoscenze, ecc.” DM 14/01/08 - Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617- e DM 17/01/18.

Al fine di determinare la categoria di suolo di fondazione è stata eseguita una prova di sismica passiva HVSR ed uno stendimento sismico di tipo MASW. I certificati delle indagini sono allegati in calce alla relazione, unitamente all'ubicazione delle stesse.

Per la stesura del presente elaborato, è stato, inoltre, consultato lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale.

Considerata la natura litologica dei depositi presenti, la profondità della falda acquifera, ed essendo l'area in una zona di attenzione per liquefazione (MOPS) è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente:

- *D.M. 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- *G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;*
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).*
- *D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni.*
- *L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 "Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64."*
- *Legge Regionale 11 Agosto 2011, n. 28 – Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche.*
- *D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";*
- *O.P.C.M. 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*
- *O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G.U. n.108 del 11/05/2006).*
- *O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1 dicembre 2010, n.281, S.O.*
- *Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture "Norme tecniche per le costruzioni" (GU n.29 del 04/02/2008).*
- *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).*
- *L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43 – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali – "piano di stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume sangro - Fenomeni gravitativi e processi erosivi e Difesa alluvioni*
- *Delibera Regione Abruzzo del 05.11.2007 n. 1049, in particolar modo a quanto contenuto nell'Allegato F "Specifiche tecniche in materia di scarpate" richiamato nell'art. 20 delle misure di salvaguardia parte integrante della deliberazione del*

Comitato Istituzionale dell'Autorità dei Bacini di rilievo regionale n. 8 del 31.07.2007 pubblicato nel BURA n. 66 23.11.2007 in cui si fa obbligo agli E

- UNI EN 1997 – 1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998- 5: Eurocodice **8**– Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO

Per acquisire le conoscenze anticipate in premessa, ricostruire l'assetto geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, litostratigrafico e sismico si è predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali.

Lo studio è stato quindi condotto attraverso le seguenti fasi:

- Sopralluoghi preliminari;
- Reperimento di materiale bibliografico (*cartografia topografica in scala 1:25.000 e 1:5.000, geologica da varie fonti e dal Servizio Geologico d'Italia, geomorfologica e pubblicazioni scientifiche*);
- Ricerca, presso i nostri archivi, di indagini geologiche, studi e rilievi geologici - geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona e in aree limitrofe;
- Rilevamento geologico e geomorfologico;
- Realizzazione di cartografia georeferenziata;
- Esecuzione di una campagna di indagine geofisica;
- Elaborazione e interpretazione finale dei dati bibliografici, di rilevamento e della campagna di indagine;
- Stesura dello studio.

Per la definizione del contesto geologico finalizzato alla ricostruzione di un modello geologico, idrogeologico e morfologico in un intorno significativo dell'area di progetto, si è fatto riferimento ad indagini geognostiche, geotecniche e prove di laboratorio eseguite sul medesimo sedime di progetto e in aree limitrofe. Mentre, per l'assegnazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita sia una prova di sismica passiva HVSR che uno stendimento sismico di tipo MASW. I certificati delle indagini sono allegati in calce alla relazione, unitamente all'ubicazione delle stesse.

Le indagini geognostiche e geotecniche di riferimento consistono in n. 04 sondaggi geognostici a carotaggio continuo come schematizzato nella tabella di seguito riportata.

<u>INDAGINIRIFERIMENTO-SONDAGGIGEOGNOSTICI</u>			
Sigla	S 1 (Geognostica 2001)	S 2 (Geognostica 2001)	S 3 (Geognostica 2001)
Prof. (metri)	22,00	40,00	40.00
Altre prove	-	-	1 campioni indisturbati

3. INQUARAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di progetto si trova tra il Ponte Villa Fabio e il Fiume Pescara, in sinistra idrografica dello stesso.

Il territorio comunale in oggetto, dal punto di vista fisiografico, si sviluppa in corrispondenza della fascia costiera adriatica, su un territorio dall'andamento pianeggiante e di quote comprese tra 10,00 e 0,00 metri sul livello del mare (fig. 2).

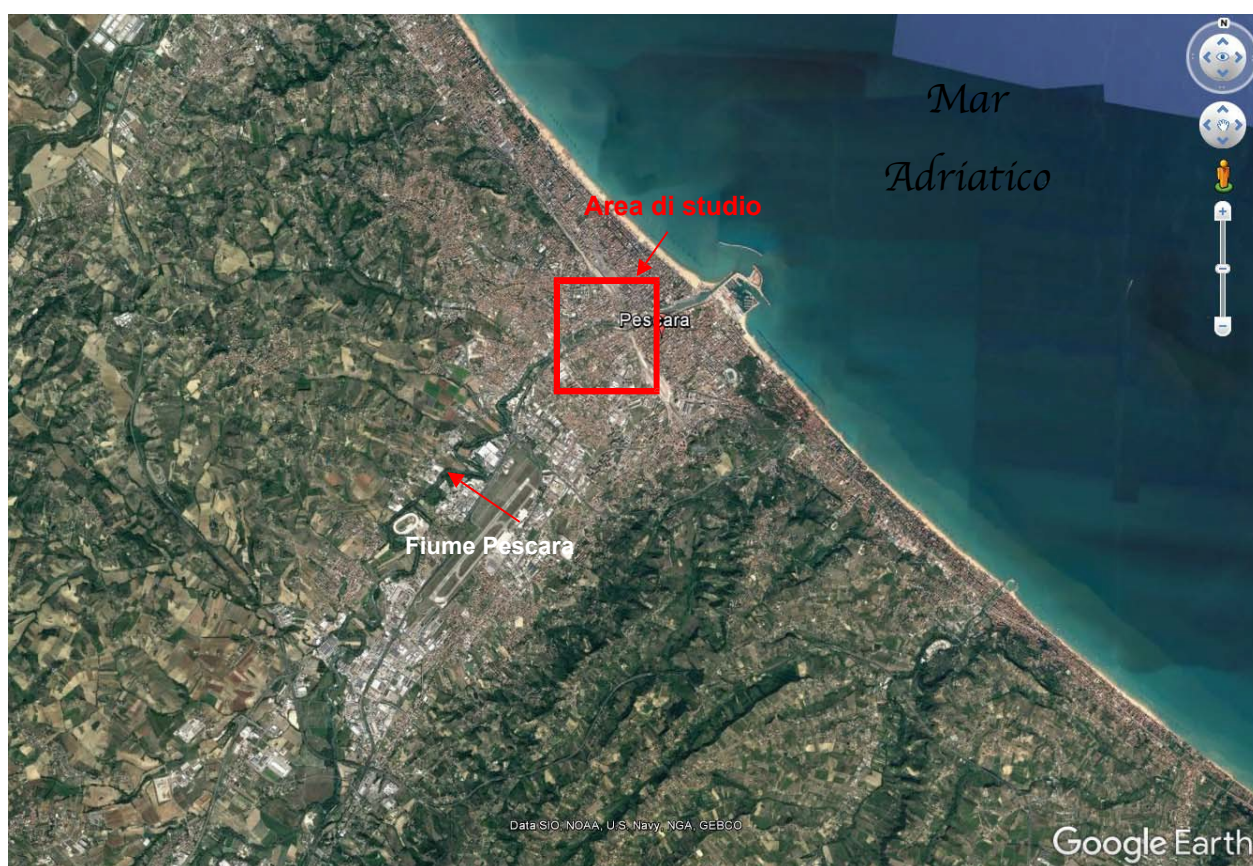


Figura 1 – Inquadramento geografico area di studio, indicata nel riquadro rosso (immagine da Google Earth).



Figura 2 – Ubicazione area di progetto.

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale è situato nel settore orientale della Regione Abruzzo, nella provincia di Pescara, ed è confinato dai comuni di Montesilvano a nord, Spoltore ad ovest, San Giovanni Teatino a sud-ovest, Francavilla a sud; ad est e nord-est è bagnato dalle acque del Mar Adriatico (fig. 4).

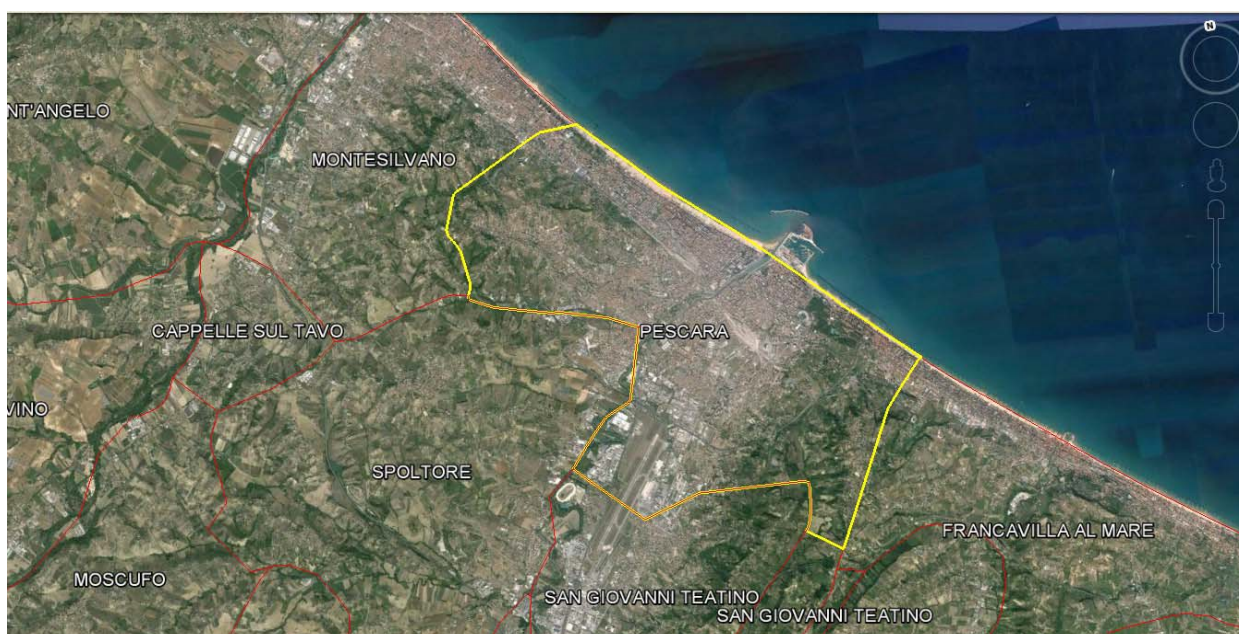


Figura 3 - Inquadramento amministrativo territorio comunale di Pescara (PE).

Il Comune di Pescara rientra nel Foglio 351 E in scala 1:25.000 della Carta Topografica d'Italia (serie ED 50), di cui si riporta uno stralcio (fig. 5), ed è compreso negli Elementi numero 351101, 351114, 351111, 351102, 351113, 351154, 351151, della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 (fig. 6).

Il sito di progetto si trova su un territorio di quote comprese tra 3,00 e 4,00 metri s.l.m.

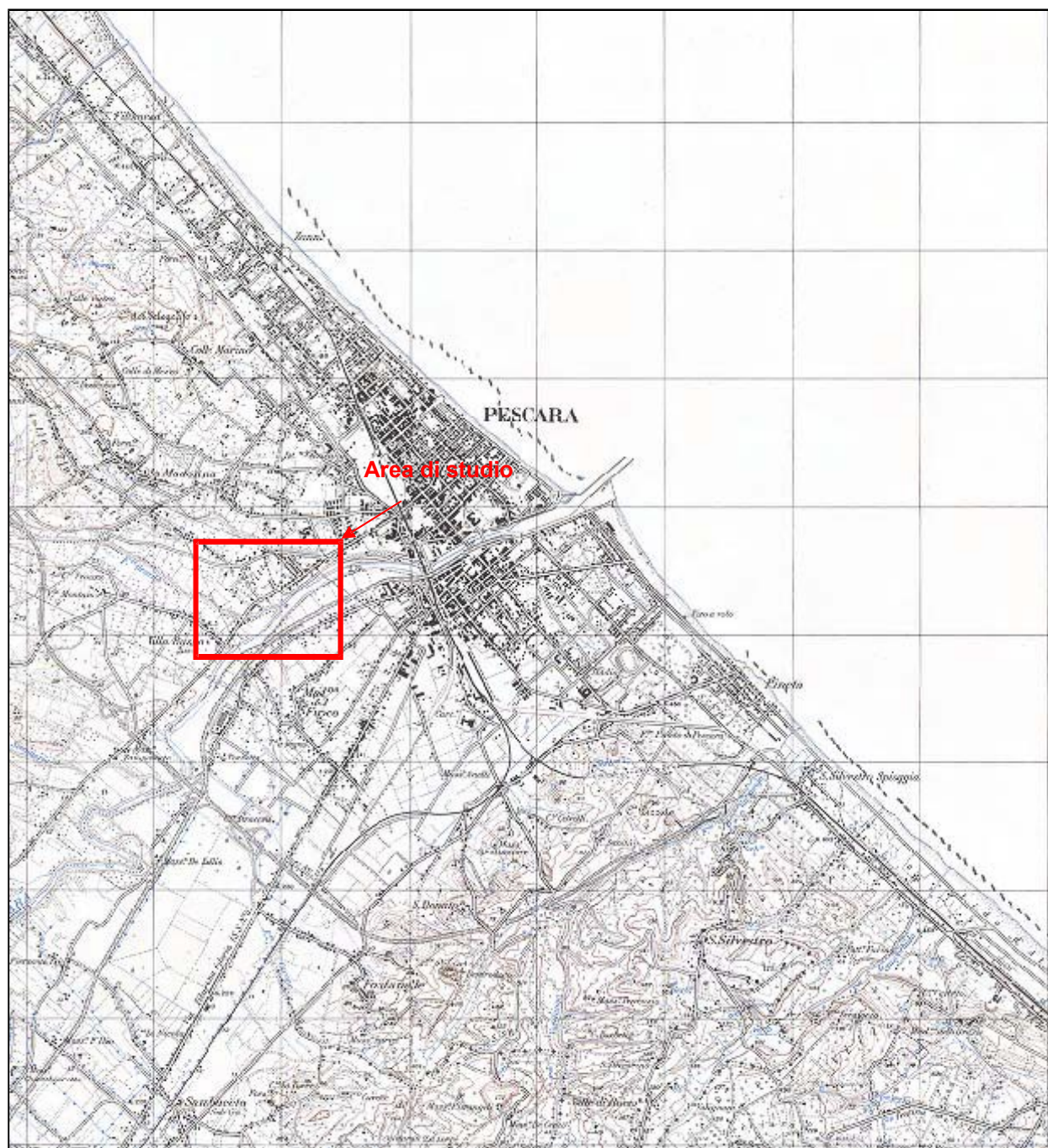


Figura 4 - Stralcio di Foglio 351 Est della Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

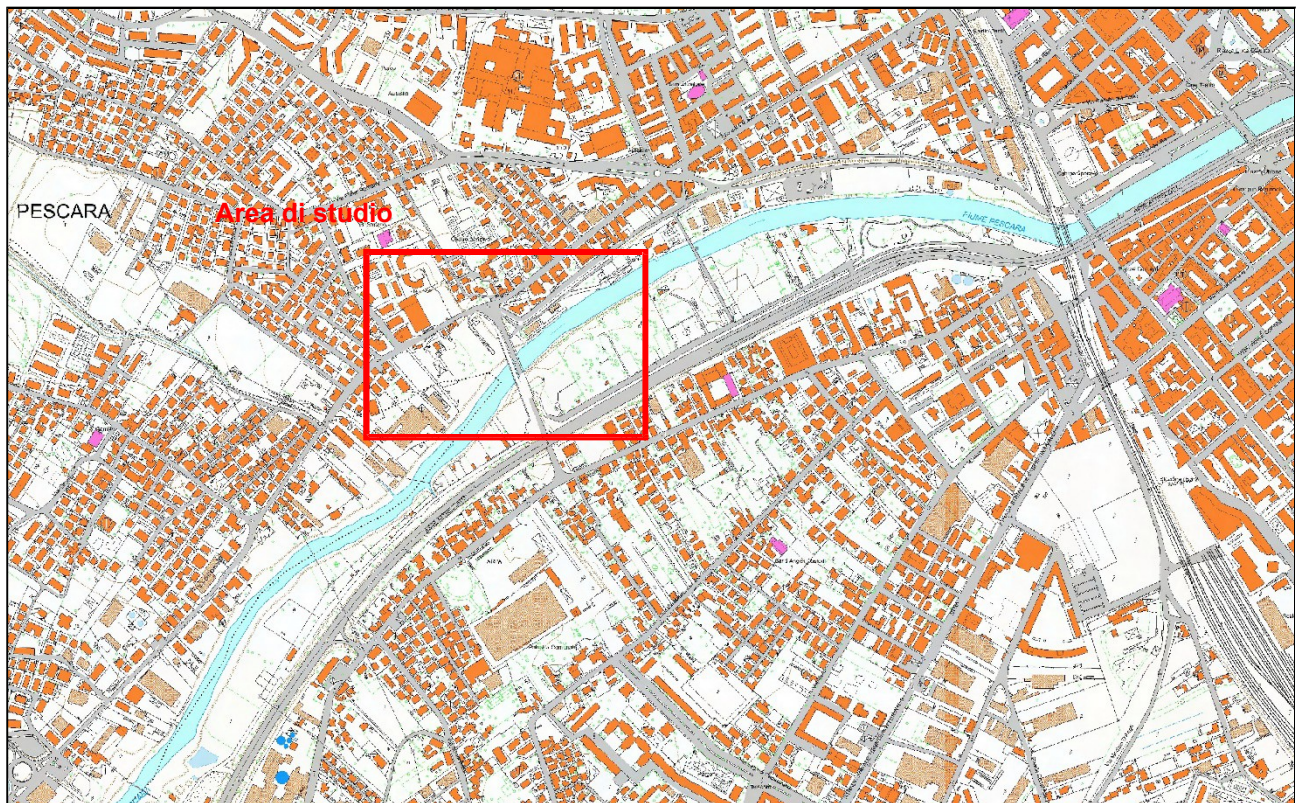


Figura 5 - Stralcio di Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio e il sito di progetto.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio, posta in prossimità dell'asta fluviale del Fiume Pescara, è stata interessata geologicamente da molteplici ambienti di sedimentazione, intesi questi ultimi, come complessi delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche in cui il sedimento si accumula.

Morfologicamente la zona si presenta sub – pianeggiante, dolcemente degradante verso il mare, con quote di poco superiori all'attuale livello del mare.

L'area in esame è inserita, dal punto di vista tettonico-paleogeografico, nell'Unità tettonica denominata: Avanfossa periadriatica

Tale unità è costituita da una profonda depressione, allungata parallelamente all'attuale linea di costa, e che, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.

In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione definita in letteratura "Argille grigio-azzurre" ascrivibili al Plio-Pleistocene.

In continuità stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre si depositarono materiali sabbioso-arenacei-conglomeratici, di ambiente di sedimentazione da marino a continentale, a testimonianza del progressivo ritiro del mare dalla zona tra la fine del Pliocene e l'inizio del Quaternario; ciclo regressivo che termina con il deposito di una Unità conglomeratica.

Dall'inizio del Quaternario, e vale a dire, dal momento del definitivo ritiro del mare dall'area, il modellamento superficiale è generato dall'azione delle acque superficiali (corsi d'acqua), dagli agenti meteorici chimico-fisici e dalla gravità.

In tale periodo, fino all'attuale, il fiume Pescara ha delineato la sua valle e in particolare nella zona in esame ha messo in posto, al di sopra delle argille plioceniche, depositi alluvionali antichi terrazzati e depositi alluvionali recenti. In corrispondenza dei fianchi, lungo i rilievi collinari l'azione degli agenti atmosferici ha prodotto coperture eluvio-colluviali.

Il Fiume Pescara, nell'ambito del territorio indagato, presenta due Ordini di Terrazzi in sinistra idrografica (II e III Ordine) ed uno in destra idrografica (III Ordine). Tale ineguaglianza è da ricollegare alla paleogeografia del sito, che vedeva l'asse vallivo spostato in destra idrografica, al bordo delle colline di Fontanelle e San Giovanni Teatino. Scorrendo, quindi, sul lato meridionale della valle, il Fiume erodeva le colline alla base, provocando il disfacimento dei Terrazzi fluviali, che in precedenza aveva formato.

In seguito, probabilmente l'asse vallivo ha assunto un andamento meandriforme, con tendenza allo spostamento verso Nord, provocando le genesi di successioni stratigrafiche con marcate eteropie di facies e interdigitazioni tra sedimenti clastici a differenti granulometrie. Per cui, anche a breve distanza, si possono avere successioni stratigrafiche diverse, sia nella litologia che nello spessore delle singole litofacies.

Le intercalazioni, in genere lentiformi, di materiali permeabili e impermeabili a livelli diversi sulla stessa verticale, spesso, hanno provocato la formazione di falde acquifere sovrapposte e sospese.

L'area di progetto posta in sinistra idrografica del fiume, ricade in un lembo di terrazzo costituito da terreni a granulometria variabile, da unità limosa argillosa a depositi prettamente granulari. I terreni che caratterizzano il sottosuolo dell'area indagata, come già detto in precedenza, risultano costituiti da sedimenti recenti di sedimentazione fluviale, caratterizzati da una marcata discontinuità laterale dei depositi, che risultano organizzati in lenti o sacche.

L'area di studio è compresa all'interno del Foglio 141 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, di cui si riportano gli stralci (fig. 10 e 11).

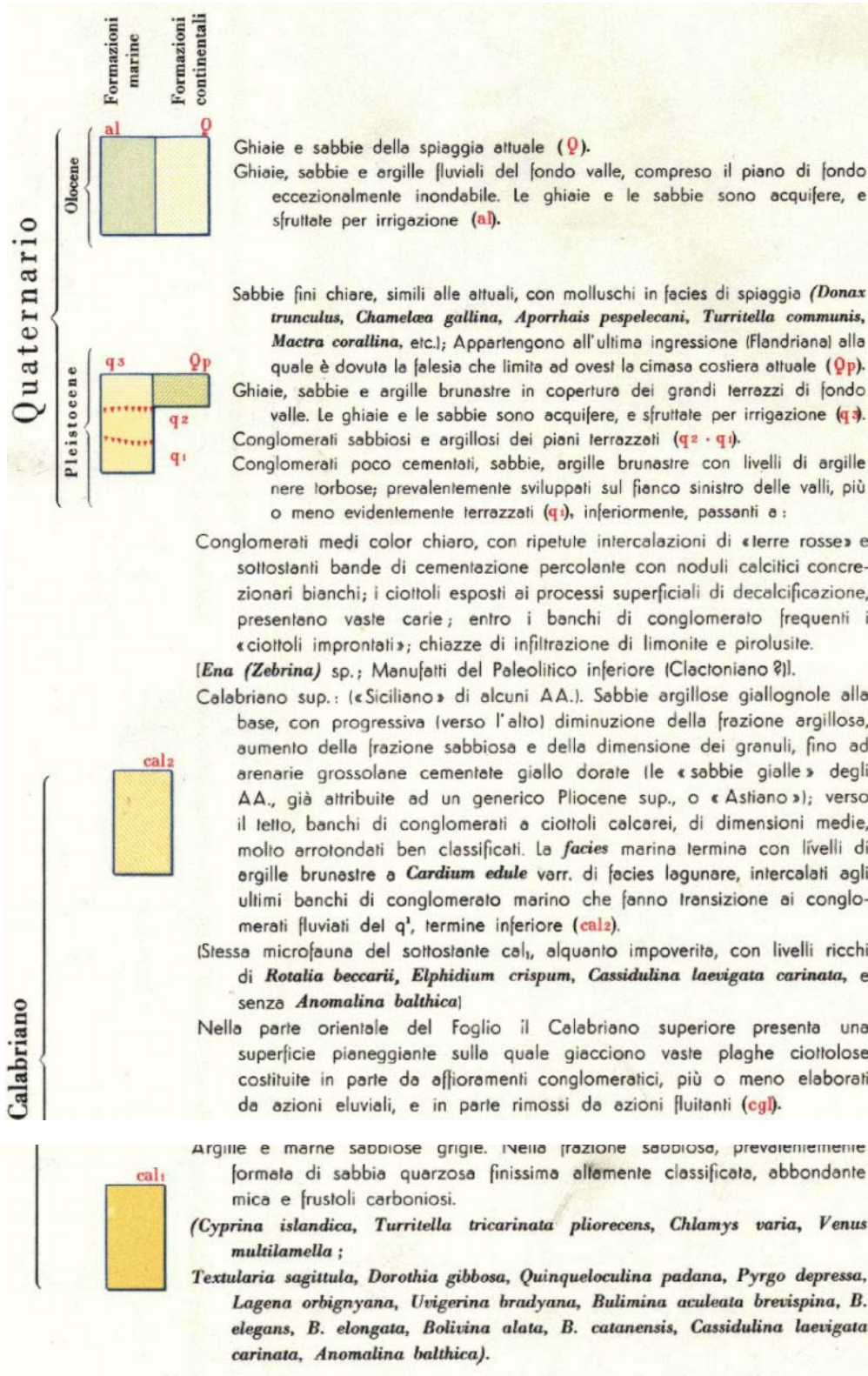
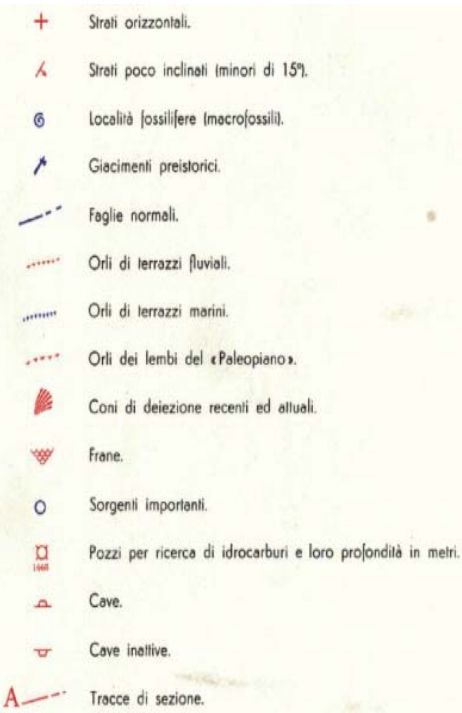
Dalla lettura della carta geologica Foglio 141 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, l'area di studio affiorano depositi di terrazzo alluvionale costituiti da ghiaie, sabbie, argille brunastre (q₃).

Mentre, dall'osservazione della carta geologica in scala 1:50.000 (CARG) si evince che il sito è caratterizzato dalla presenza del sistema di Valle Majelama (Sintema di Chieti Scalo costituito da depositi alluvionali, sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione piano – parallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono ben arrotondate e presentano clasti poligenici.

Inoltre, dallo stralcio di Carta Geologico – Tecnica riportata nelle successive pagine, si evince che nell'area di studio sono presenti depositi alluvionali costituiti da sabbie e ghiaie, con presenza di abbondante materia organica, frazione fine interstiziale non coesiva e livelli discontinui di sabbie ghiaiose.



Figura 6: Stralcio Carta Geologica in scala 1:100.000



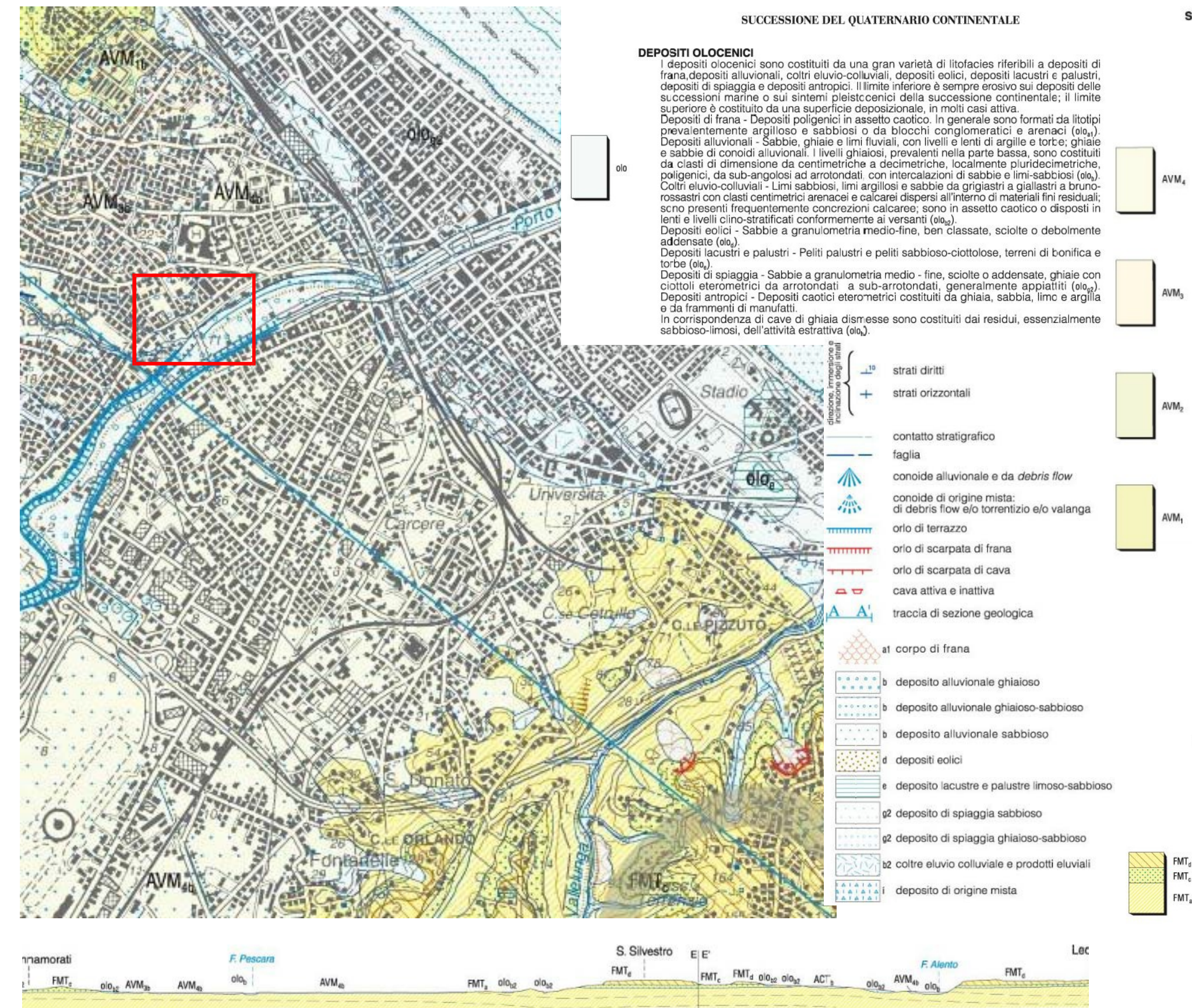
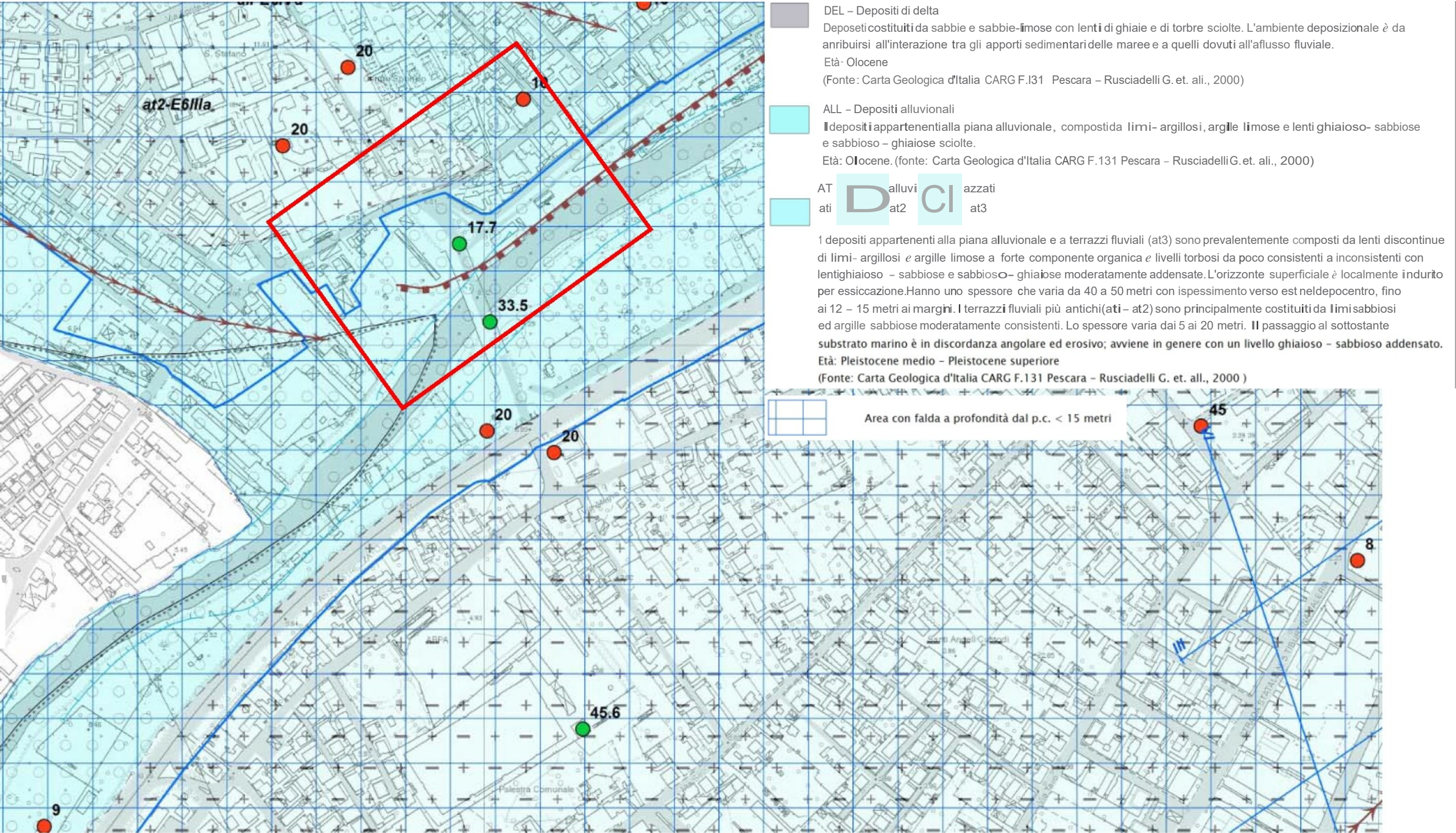


Figura 7 - Stralcio di Foglio Geologico 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.



E3 IVd - Sabbie e ghiaie, con presenza di abbondante materia organica dispersa, frazione fine interstiziale non coesiva e livelli discontinui di sabbie ghiaiose. Derivanti dalla messa in posto dei depositi alluvionali attuali. Presentano uno spessore variabile dai 10 ai 20 m.

Figura 8- Stralcio di carta geologico-technica (MZS I livello) nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente si individua dapprima la fascia collinare costiera, quindi la fascia pedemontana ed infine la zona montana.

L'orografia del territorio è quella tipica della fascia collinare più orientale e costiera periadriatica, caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso sabbioso – conglomeratiche plio – pleistoceniche e da una piana costiera di ampiezza variabile da 1 a 2 Km.

I rilievi collinari sono dissecati dalle valli dei fiumi principali, come quella del Fiume Pescara, che si sviluppano in direzione SO –NE dai margini della catena appenninica, trasversalmente ad essa, fino alla costa adriatica.

L'idrografia è contraddistinta dalla presenza del Fiume Pescara, il cui alveo risulta da marcatamente sinuoso fino a meandriforme, che scorre in un'ampia piana alluvionale.

L'aspetto morfologico della zona risulta condizionato direttamente dalla presenza del Fiume Pescara e dalla sua evoluzione temporale che ha permesso la genesi di terrazzi alluvionali costituiti da superfici pianeggianti e subpianeggianti, orlate da scarpate di erosione fluviale, poste a quote maggiori rispetto all'attuale corso del fiume stesso.

L'area di studio si trova nel settore di piana alluvionale del Fiume Pescara, in sinistra idrografica dello stesso. L'alternanza di episodi di erosione e deposito da parte del corso d'acqua, hanno creato la formazione di morfosculture a forma di ripiani definite terrazzi alluvionali.

La morfologia generale dell'area vede la presenza di superfici ampie subpianeggianti che si estendono parallelamente al corso d'acqua e si raccordano

esternamente ai blandi rilievi collinari, solcati da piccoli fossi e dai corsi d'acqua minori. Il sito di interesse si inserisce in una zona dalla topografia sub-pianeggiante a bassissima pendenza (compresa tra 0° e 15°), che ha permesso, considerata la condizione di stabilità morfologica e la presenza del F. Pescara, dall'inizio del secolo scorso fino ad oggi, l'espansione urbanistica della Città di Pescara, che in alcuni casi ha modificato ed obliterato alcune forme morfologiche (canali e fossi).

Nel dettaglio, come emerge dalla Carta delle Pendenze il sito di progetto è caratterizzato da pendenze comprese tra 0° e 5° .

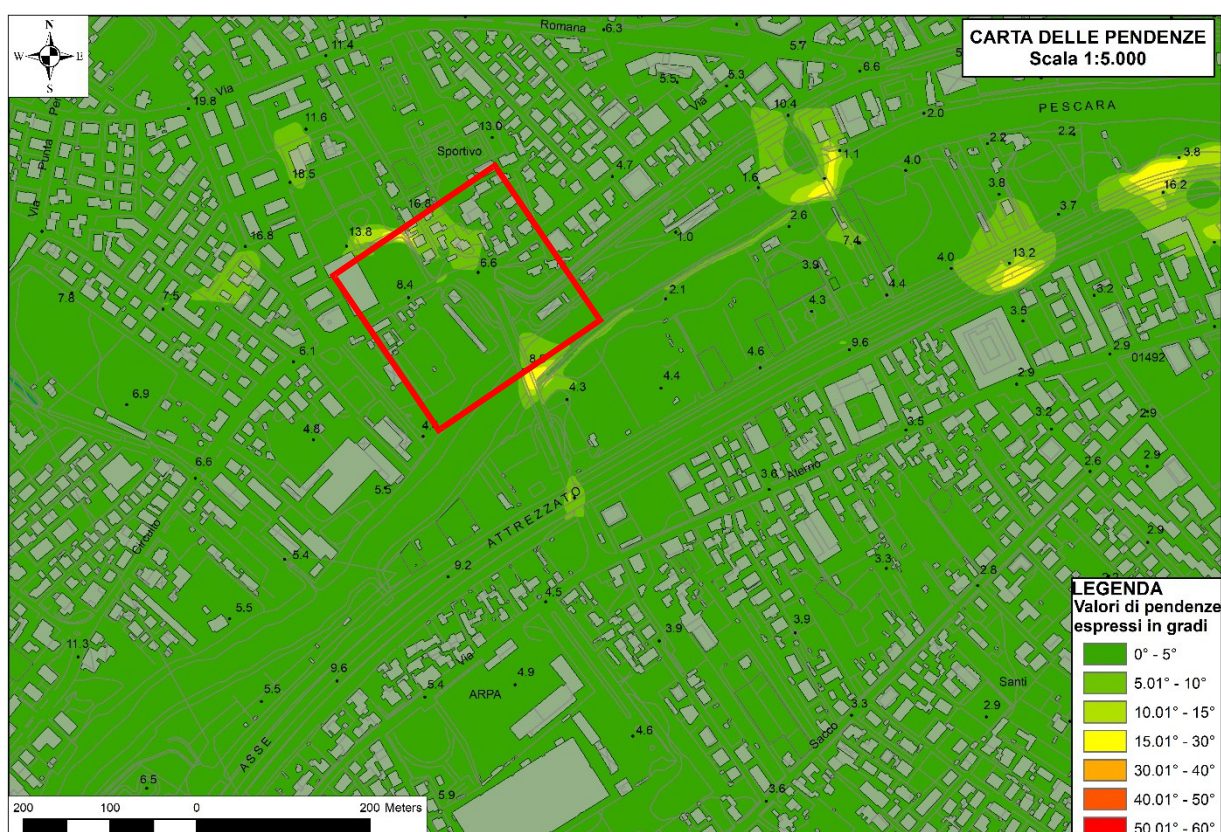
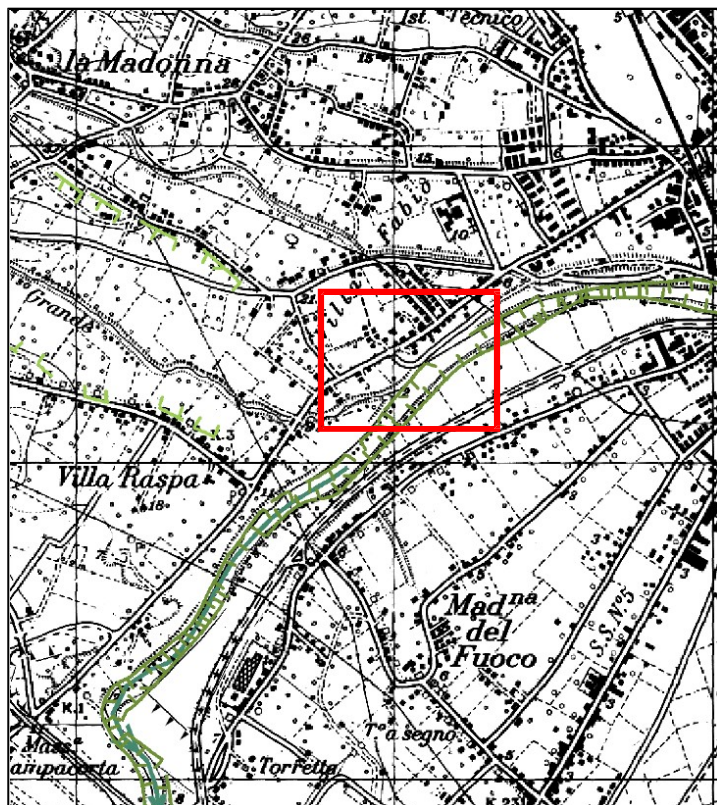


Figura 9 – Carta delle pendenze realizzata mediante l'uso del software ArcGIS.

L'area di studio rientra nel Foglio 351 E della "Carta Geomorfologica", della "Carta della Pericolosità da frana" e della "Carta del Rischio da frana" pubblicate nell'ambito del progetto PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Fiume Sangro L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla Regione Abruzzo Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43).

In queste, di cui di seguito si riportano gli stralci (fig. 14 – 15 – 16), si evince che nel sito di progetto, retrostante la riva sinistra del F. Pescara, in corrispondenza della quale è riportato un orlo di erosione fluviale o torrentizio in stato di quiescenza, non sono perimetrate forme di instabilità che possono creare pericolosità o rischio. Inoltre, all'atto del sopralluogo non sono emersi indizi di potenziale instabilità, per cui l'area risulta stabile.

Tuttavia, la carta di Microzonazione sismica MOPS di I livello definisce l'area come zona di attenzione per instabilità di liquefazione di tipo 1, per cui è stata svolta la verifica alla liquefazione (vedi cap. 9).



Limite territorio Autorità di Bacino		
FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale	
	Orlo di scarpata di linea di faglia	
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito	
		STATO DI ATTIVITA'
		ATTIVO QUIESCENTE NON ATTIVO
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione ero di frana	
	Trincea o fessura	
	Frattura di trazione	
	Versante interessato da deformazione profonda	
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente	
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento	
	Corpo di frana di scontro:	
	(A) Traslativo	
	(B) Rotazionale	
	Corpo di frana di colamento	
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)	
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate	
	Contropendenza significativa nel corpo di frana	
	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia	
	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione	
	Alveo con tendenza all'approfondimento	
	Solco da ruscellamento concentrato	
	Superficie a calanchi e forme simili	
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso	
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato	
FORME CAVICHE	Dolina	
	Campo di doline	
	Inghiottitio	
FORME, PROCESSI E DEPOSITI ORIZZONTALI	Forme di erosione	
	Orlo di nicchia di rivaione	
	Canalone di valanga	
FORME GLACIALI	Forme di accumulo	
	Rock glacier	
	Orlo di scarpata	
FORME E PROCESSI MARINARI E COSTIERI	Orlo di circo	
	Orlo di scarpata di erosione marina	
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Orlo di scarpata artificiale	
	Terrazzamento agrario	
	Sbarramento	
	Lago artificiale	
Cavità sotterranee naturali e/o antropiche		

Figura 10 - Stralcio di Foglio 351 E della Carta Geomorfologica PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

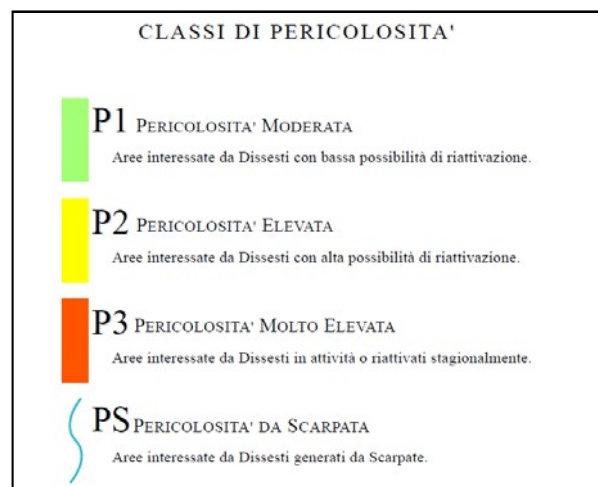
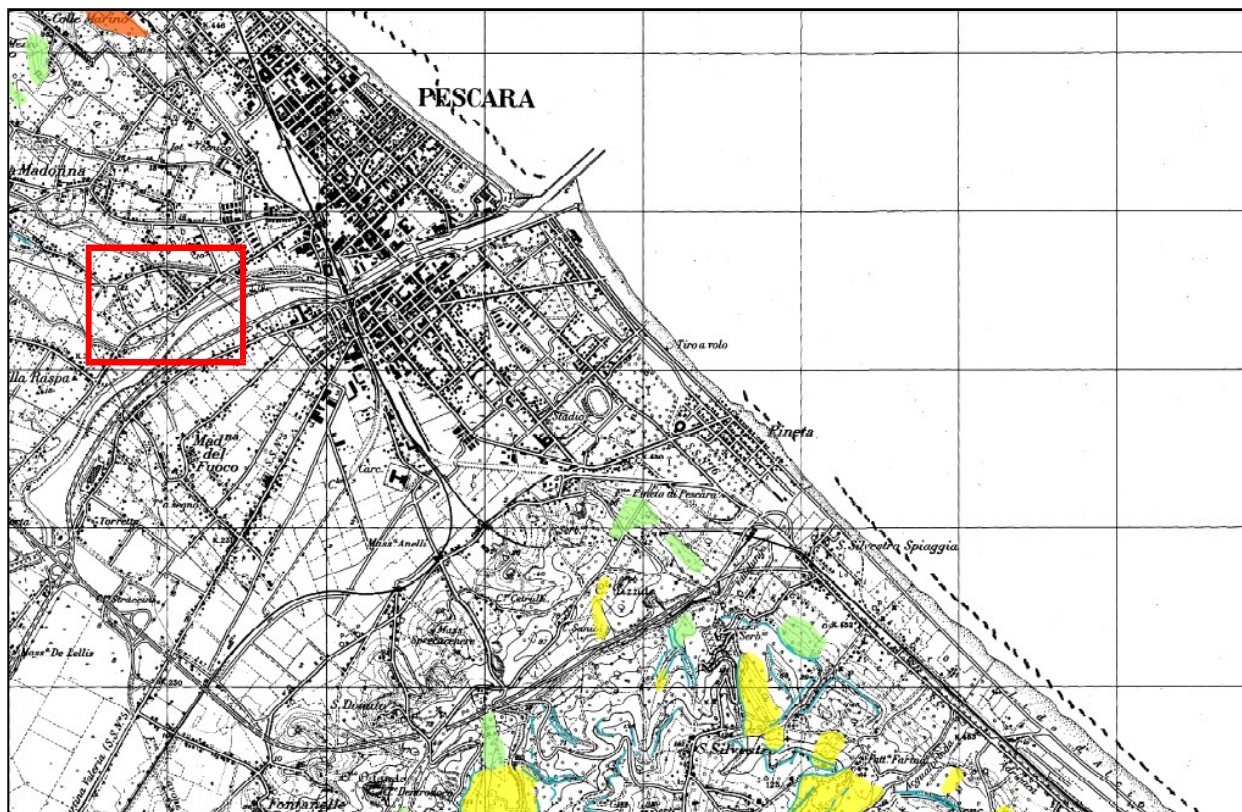


Figura 11 - Stralcio di Carta della Pericolosità PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

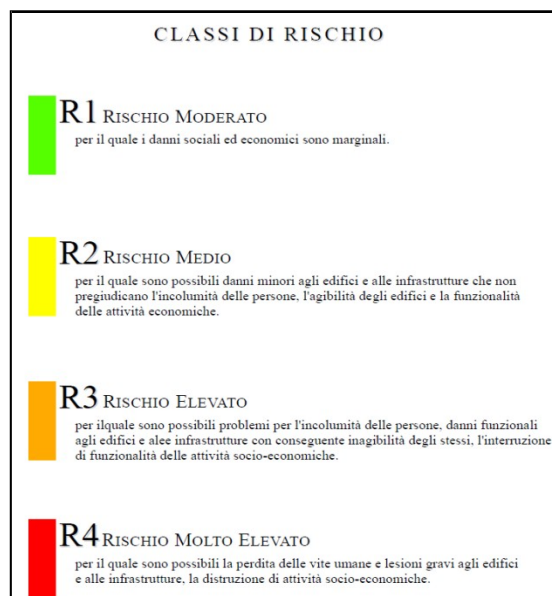
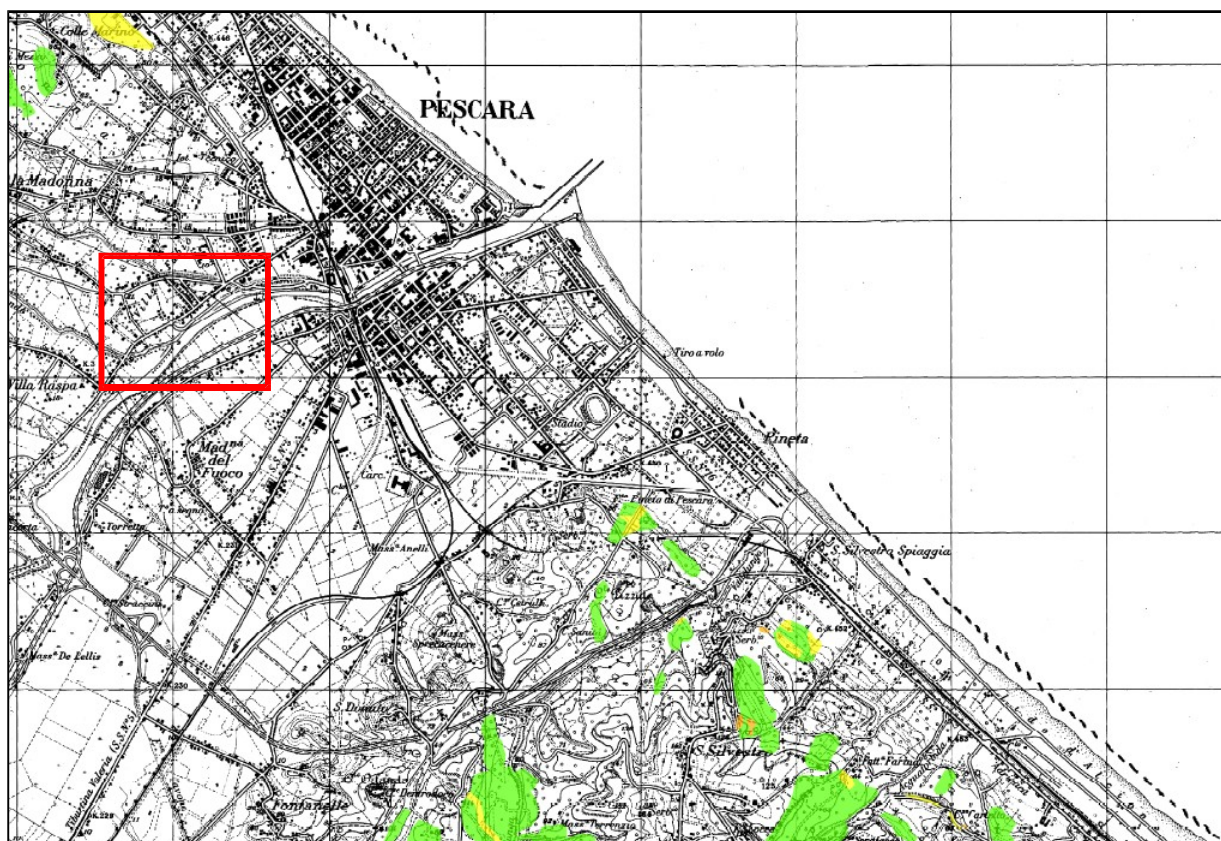


Figura 12 - Stralcio di Carta del Rischio PAI in scala 1:25.000, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

6. CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI

L'idrografia superficiale dell'area è dominata, nelle sue linee principali, dal Fiume Pescara, che confluisce ad est, nel Mar Adriatico.

FIUME ATERNO - PESCARA

Il Fiume Aterno - Pescara ha un bacino idrografico che copre un'area totale di 3147,77 Km² ed ha un perimetro di 394,91 Km. L'area del bacino idrografico può essere suddivisa, in linea molto generale, in tre sezioni: alto, medio e basso corso.

Caratteristiche del bacino idrografico			
Nome bacino	Area totale (Km ²)	Sezione	Area (Km ²)
Aterno-Pescara	3147,77	Alto Corso*	1908,57
		Medio Corso**	701,89
		Basso Corso***	537,31

Nome	Area (Km ²)	Perimetro (Km)	Estensione latitudinale ¹ (m)		Estensione longitudinale ¹ (m)	
			N min	N max	E min	E max
Aterno-Pescara	3147,77	394,91	4630260	4715185	2364361	2456540

Dal punto di vista amministrativo il bacino idrografico del Fiume Aterno - Pescara rientra interamente nella Regione Abruzzo, prevalentemente nella Provincia di L'Aquila, e, a seguire, nella Provincia di Pescara, Chieti e Teramo. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva.

Nome bacino	Province	Numero Comuni	Area del bacino ricadente nella Provincia (Km ²)	% Area totale del bacino ricadente nella Provincia
Aterno-Pescara	Chieti	9	56,7	1,80
	L'Aquila	69	2281,51	72,48
	Pescara	40	809,55	25,72
	Teramo	1	0,01	0,00

Il Fiume Pescara scorre per 152 km dalla sorgente Capo Pescara, nei pressi della riserva naturale di Popoli, fino alla foce, attraversando l'Abruzzo da ovest verso est. Il Fiume Pescara è composto da una rete idrica superficiale molto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni, ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una ricca rete di torrenti stagionali. I principali affluenti del Pescara, procedendo da monte verso valle, sono: il Fiume Tirino e il Torrente Cigno in sinistra idrografica; il Fiume Orta, il Fiume Lavino e il Fiume Nora in destra idrografica. La foce, sistemata a porto canale, è situata nel centro abitato della città di Pescara.

L'idrografia secondaria è rappresentata dal Fosso Vallelunga e dal Fosso Grande. Il primo si sviluppa in direzione SW-NE, presenta un pattern sub-dendritico ed attraversa l'area meridionale della città di Pescara. Il secondo si sviluppa in direzione NW-SE ed attraversa l'area settentrionale della città di Pescara.

Le piane alluvionali centro adriatiche (tra cui quella del Fiume Pescara) sono localizzate ad est della struttura carbonatica della catena appenninica e la loro estensione varia da circa 30 a 140 km² e la loro larghezza varia da circa 1 a 4 km procedendo verso la costa.

Esse sono disposte prevalentemente E-W e presentano una morfologia derivata dall'interazione tra la distensione Pleistocenica e gli eventi climatici quaternari.

L'evoluzione morfostrutturale delle piane è condizionata dai corsi d'acqua, dai fattori deposizionali ed erosivi, dalla geometria dei depositi alluvionali e del substrato.

Le piane alluvionali sono costituite da depositi ghiaiosi e sabbiosi con intercalazioni di corpi lenticolari siltosi e argillosi.

In generale sono riconosciuti quattro ordini di terrazzo. I depositi di terrazzo di quarto ordine sono generalmente costituiti da ghiaie e conglomerati arrotondati, selezionati e di dimensioni centimetriche immersi in matrice sabbiosa e limosa. Più raramente i ciottoli sono di dimensioni maggiori del centimetro e mal selezionati. Talvolta sono presenti lenti e livelli sabbiosi limosi. Dal punto di vista idraulico questo ordine di terrazzo è in contatto idraulico con quello di terzo ordine. I terrazzi di terzo

ordine sono generalmente ugualmente distribuiti in destra e sinistra idrografica dei fiumi, ma poiché è in atto una migrazione dei corsi d'acqua verso sud e sud-est, tali depositi sono sviluppati prevalentemente in sinistra idrografica e sono, con detto in precedenza, in contatto idraulico con i depositi superiori.

La pianura alluvionale del Fiume Pescara è caratterizzata da estesi e spessi corpi costituiti da depositi fini intercalati a depositi ghiaiosi e ghiaiosi sabbiosi, per cui costituisce un acquifero multistrato a trasmissività variabile (fig. 18 - 19).

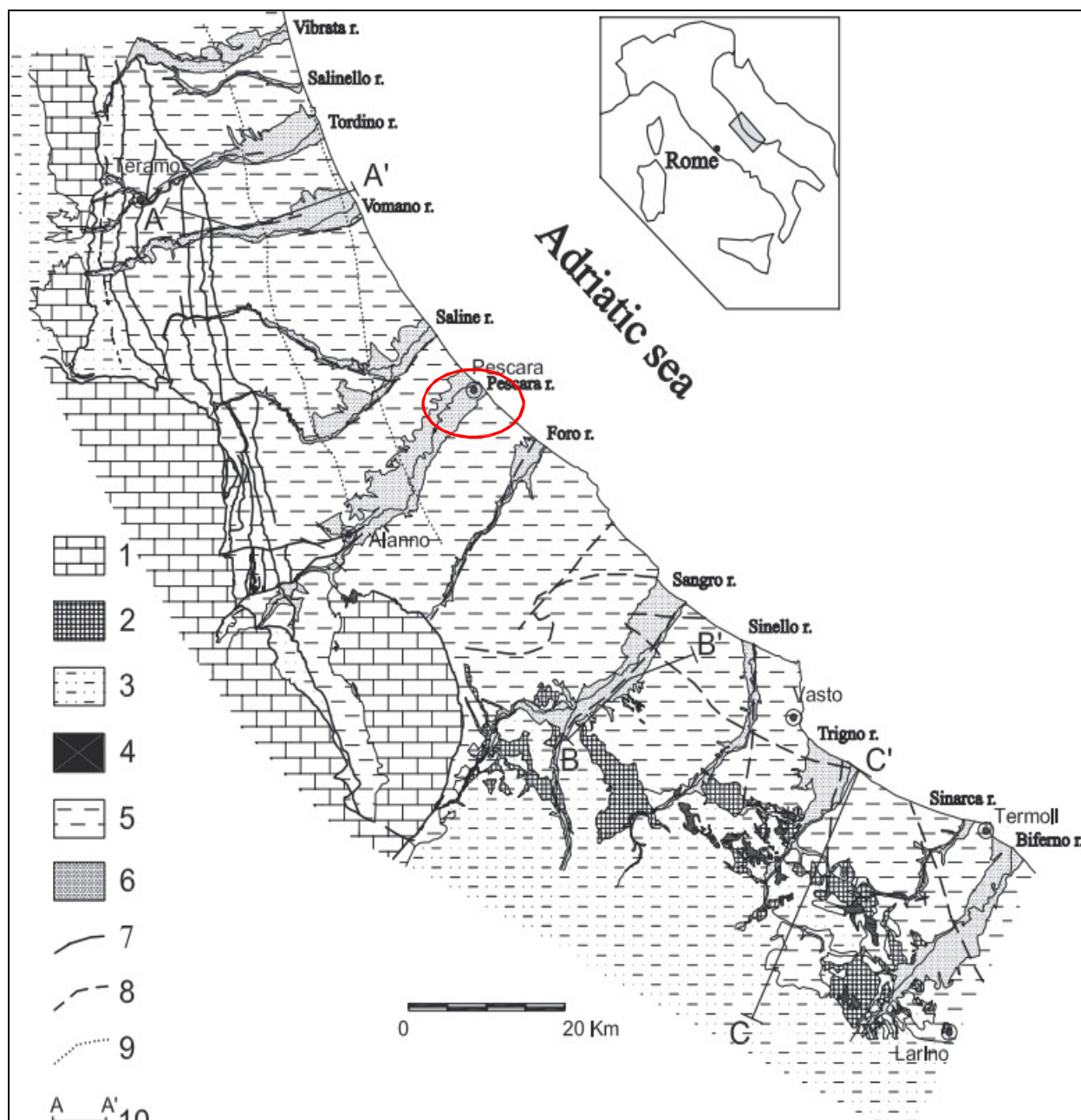


Figura 13 - Schema geolitologico della regione centro adriatica. 1) Successione carbonatica (Triassico superiore-Miocene). 2) Argille Varicolori (Cretaceo superiore-Oligocene). 3) Depositi torbiditici (Formazione della Laga e coltre molisana, Miocene). 4) Depositi evaporitici (Miocene superiore). 5) Depositi pelitici dell'avanfossa abruzzese - molisana (Plio-Pleistocene). 6) Depositi alluvionali (Olocene). 7) Faglie e sovrascorrimenti nei depositi meso-cenozoici e miocenici. 8) Sovrascorrimento sepolto delle unità alloctone nell'avanfossa adriatica. 9) Sovrascorrimento sepolto nel bacino abruzzese. 10) Traccia delle sezioni.

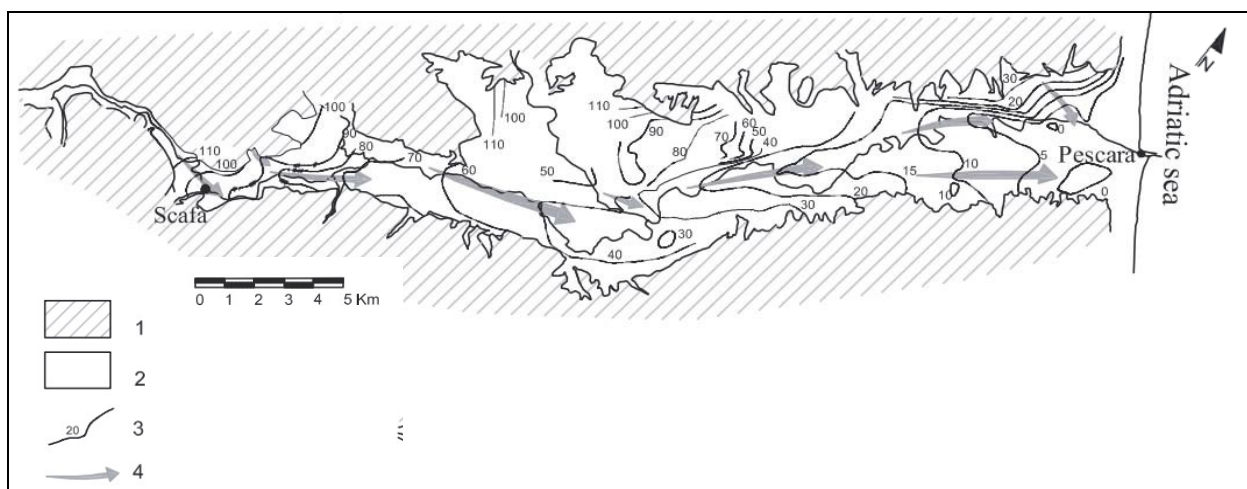


Figura 14 - Superfici piezometriche dell'acquifero alluvionale multistrato a trasmissività variabile del Fiume Pescara. 1) substrato argilloso; 2) depositi alluvionali; 3) linee piezometriche e loro quota in m s.l.m.; 4) flusso sotterraneo principale.

L'assetto idrogeologico è tipico di un ambiente di transizione caratterizzato da depositi eterogenei recenti.

In corrispondenza dei depositi fluviali, nel cui ambito si inserisce il sito oggetto di studio, si ha una selezione di sedime in senso trasversale e verticale per effetto delle oscillazioni di energia di trasporto del fiume; in conseguenza di tale fenomeno, gli acquiferi sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata in termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che li ha depositi; pertanto, nell'area, i depositi presentano una permeabilità variabile.

L'orizzonte superficiale è caratterizzato da una litologia sabbiosa e limoso – sabbiosa con lenti e orizzonti ghiaiosi. Per le sue caratteristiche granulometriche, all'interno di questi depositi si crea una falda sospesa, sovrastante l'orizzonte limoso torbido a permeabilità inferiore.

I limi argillosi con torbe, invece, per le loro caratteristiche granulometriche, non permettono la circolazione di acqua al suo interno e costituiscono un "acquitardo". Quest'ultimo è definito come roccia o terreno semipermeabile contenente una quantità

di acqua che viene trasmessa lentamente e in condizioni particolari, ma comunque con velocità inferiore a quella dell'acquifero e superiore a quella *"dell'acquicludo"*.

Questi depositi presentano valori del grado di saturazione elevati e sono tipicamente sottoconsolidati; non hanno ancora raggiunto un equilibrio tensionale adeguato alla tensione litostatica propria dei sedimenti sovrastanti. Infatti, per questa unità, la presenza di una forte componente di materia organica carboniosa favorisce il fenomeno di sottoconsolidazione dato che le particelle e i livelli organici hanno la tendenza ad assorbire acqua aumentando di volume. In tale situazione l'acqua intrappolata nei sedimenti non ha le caratteristiche di una vera e propria falda ma li impregna risentendo delle variazioni del pelo libero del fiume Pescara a cui è legata.

A letto di tale unità, il banco ghiaioso presenta caratteristiche di permeabilità elevate e pertanto contiene una falda acquifera sostenuta dai limi argillosi di base praticamente impermeabili. Il livello ghiaioso, per le sue caratteristiche litologiche, rappresenta un *"acquifero"* permeabile; invece, il livello sottostante, limoso argilloso sovraconsolidato, costituisce l'*"acquicludo"* impermeabile.

La falda acquifera si trova alla profondità variabile da circa -1,50 a -2,50 metri dal p.c. e subisce oscillazioni in occasione di precipitazioni intense ed in concomitanza con le escursioni del pelo libero dell'acqua del fiume.

Di seguito si riporta lo stralcio della "Carta della Pericolosità Idraulica" (aggiornamento di scenario di pericolosità del marzo 2016) realizzata nell'ambito del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA). In questa si evince che il sito di progetto rientra nella classe di pericolosità idraulica molto elevata P4. L'intervento di progetto è classificabile come un'opera finalizzata al potenziamento del sistema depurativo rivolto prevalentemente alla raccolta delle acque di prima pioggia derivanti quasi esclusivamente da precipitazioni intense. L'accumulo delle stesse all'interno delle vasche da realizzare ha anche una funzione di mitigazione delle alluvioni che si verificano frequentemente nella città di Pescara.

Come previsto dalle Norme di Attuazione PSDA, il tipo di intervento può essere riferito sia all'art. 17 comma 1 lettera a) che recita : *"...nelle aree di pericolosità molto*

elevata sono consentiti esclusivamente le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni”; che all’art. 19 comma 1 lettera d) che recita: “L’ampliamento e la ricostruzione di infrastrutture a rete e puntuali destinati a servizi pubblici non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili”.

L’opera, essendo interrata, non compromette le condizioni di funzionalità del corso d’acqua, mantenendo inalterato il normale deflusso delle acque e il deflusso delle piene. Inoltre, non aumenta il rischio idraulico.

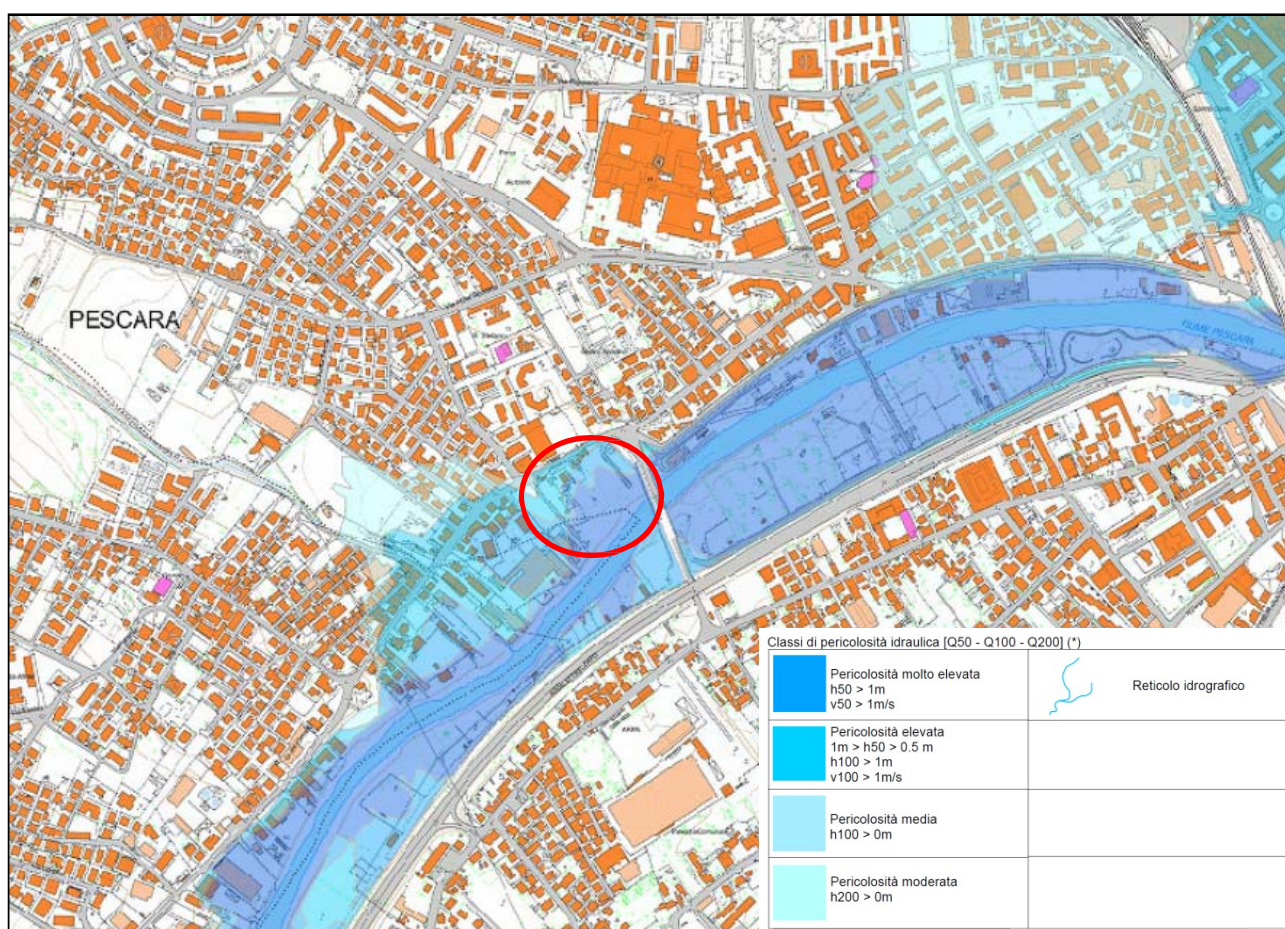


Figura 15 – Stralcio di Carta della pericolosità idraulica (PSDA).

7. LITOSTRATIGRAFIA DEI TERRENI E LORO CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni, il modello geologico di riferimento e la presenza e la profondità della falda acquifera, sono tutte informazioni desunte dalla presa visione dei risultati delle indagini e prove di riferimento eseguite sul medesimo sedime di progetto, integrate con quelli di aree limitrofe.

I terreni caratterizzanti il suolo dell'area di progetto risultano costituiti da sedimenti recenti di sedimentazione costiera e fluviale, caratterizzati da una marcata discontinuità laterale dei depositi, che risultano organizzati in lenti e sacche.

Nel sito di progetto sono presenti le unità di seguito descritte:

➤ **LIMO SABBIOSO DI COLORE MARRONE**

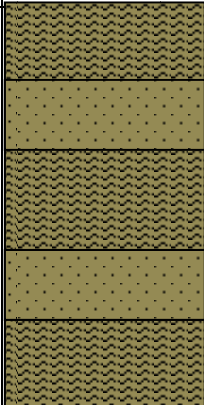
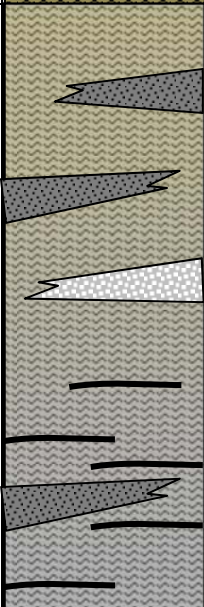
Costituito da limo sabbioso di colore marrone, mediamente addensati, con resti vegetali e qualche clasto arrotondato. Talora sono presenti livelli metrici di sabbie. Lo spessore dell'unità è circa 5,50 metri.

➤ **ALTERNANZE DI LIMI ARGILLOSI CON SABBIE E SABBIE LIMOSE, LIMI TORBOSI E LIVELLI DI GHIAIE**

Costituita da alternanze di limi argillosi con sabbie e sabbie limose, da teneri a poco consistenti, con livelli di ghiaie. Il colore è avana – verdastro, talora grigio. Sono presenti resti organici. I sedimenti sono molto compressibili.

Di seguito si riporta il modello geologico – tecnico del sito e le caratteristiche fisico – meccaniche delle unità a cui il progettista può fare riferimento per le considerazioni di carattere tecnico.

MODELLO GEOLOGICO - TECNICO

PROFONDITÀ	PROFILO STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
0.0 m		Limi sabbiosi di colore marrone con livelli sabbiosi talora metrici	$\gamma = 18,63 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 23^\circ - 25^\circ$ $C_u = 68,64 \text{ kPa}$ $c' = 1,90 \text{ kPa}$ $M = 4903,66 \text{ kPa}$
~5.50 m ~5.50 m		Alternanze di limi argillosi con sabbie e sabbie limose, limi argillosi con torbe e livelli di ghiaie	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 23^\circ - 25^\circ$ $C_u = 29,41 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$ $M = 2941,66 \text{ kPa}$
~15.00 m			

Dove:

γ = peso di volume naturale; ϕ = angolo di attrito; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace;
 M = modulo edometrico

La falda acquifera si trova alla profondità variabile da circa -1,50 a -2,50 metri dal p.c. e subisce oscillazioni in occasione di precipitazioni intense ed in concomitanza con le escursioni del pelo libero dell'acqua del fiume.

8. SISMICITÀ DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI

In seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, per una ridefinizione del rischio sismico, è stata emanata, in data 20 Marzo 2003, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. Alla stessa è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta, media e bassa; mentre per la quarta zona, di nuova introduzione, è data facoltà alla Regione di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In base alla riclassificazione sismica del territorio, il Comune di **Pescara** è individuato in **Zona sismica 3**.

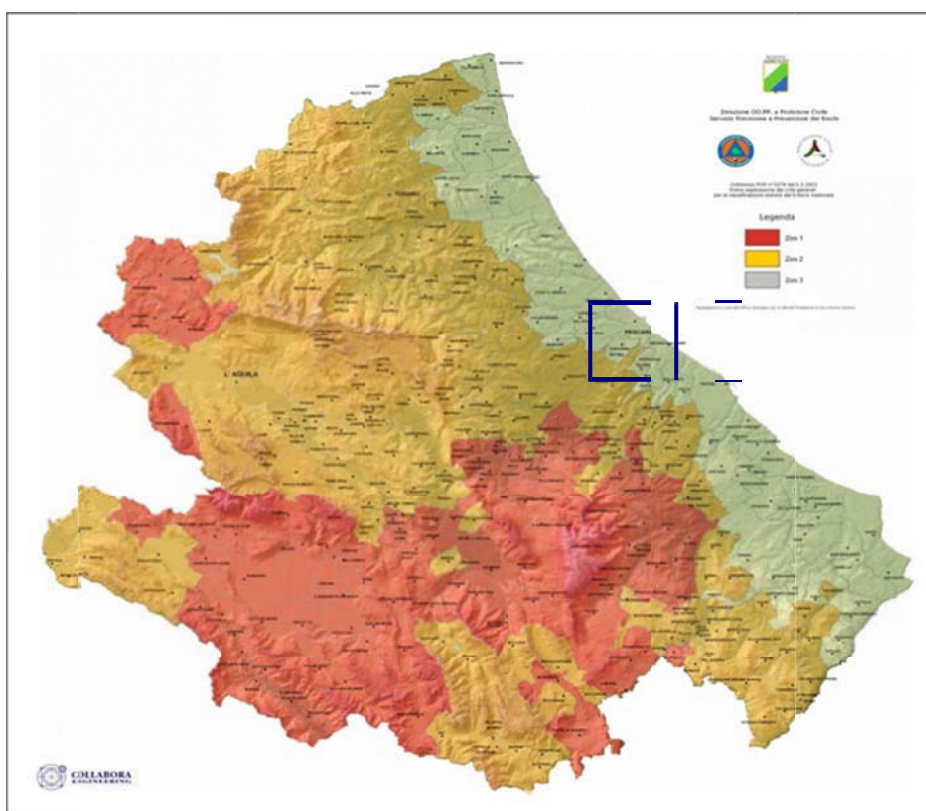


Figura 16 - Carta della classificazione delle zone sismiche della Regione Abruzzo.

Al fine di individuare e ricostruire la storia sismica del territorio comunale in esame è stata effettuata una ricerca all'interno del database macrosismico Italiano 2011, DBMI11 dell' INGV, indicando come area di riferimento Pescara.

Sono stati così identificati terremoti aventi intensità “Is” comprese tra 7 e 2; tra i terremoti storici più significativi risentiti nell'area si possono mettere in evidenza quello del 1881 dell'Abruzzo meridionale di intensità 7 della scala MCS. Si precisa che i dati riportati nelle tabelle seguenti sono riferiti ad un intervallo di tempo compreso tra il 1873 e il 2004.

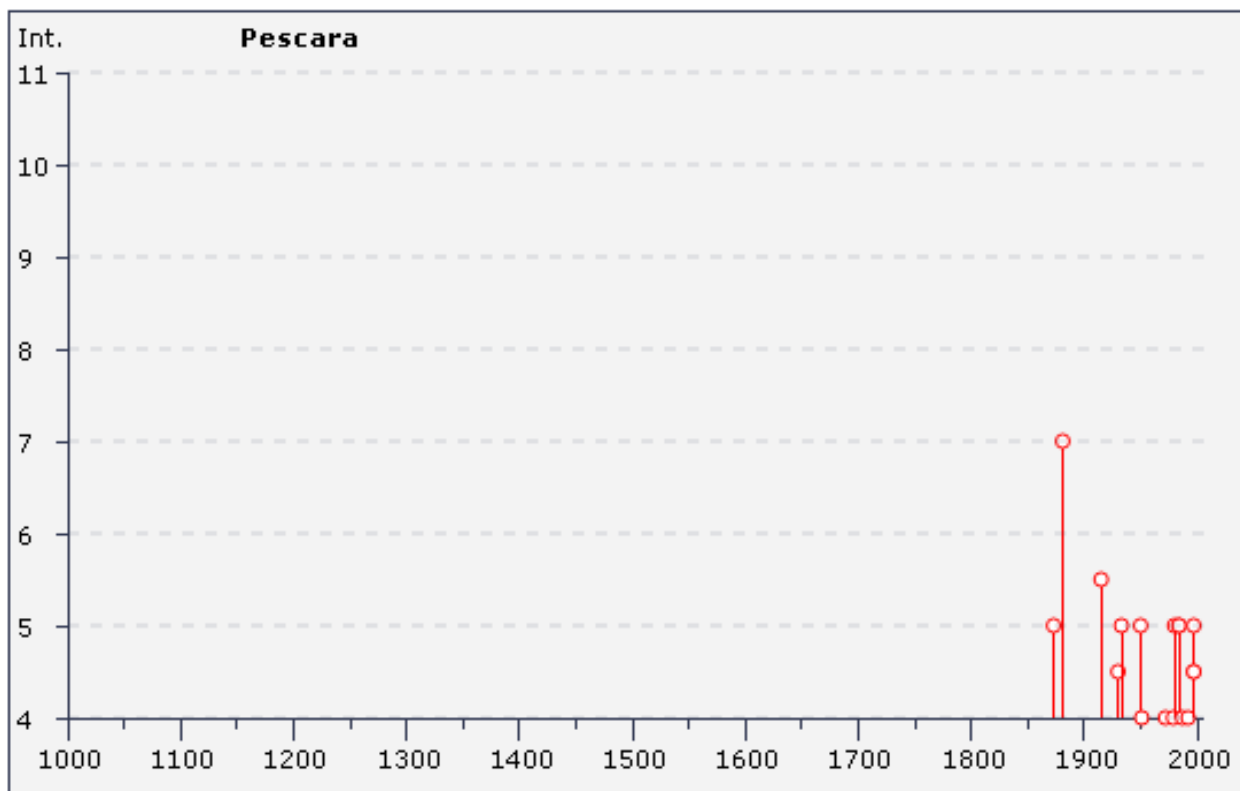


Figura 17 - Grafico illustrante la storia sismica di Pescara dal 1000 al 2004. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espresso in anni, (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/).

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
3	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8 5.98 ±0.16
7	1881 09 10 07:00	Abruzzo meridionale	29	8 5.59 ±0.32
3	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11
5-6	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
NF	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10 6.29 ±0.09
4-5	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09
3	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8 5.81 ±0.09
5	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9 5.95 ±0.09
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07
F	1951 05 25 20:42	ADRIATICO	5	5.06 ±0.32
4	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7 5.30 ±0.14
3	1958 06 24 06:07	L'Aquila	152	7-8 5.21 ±0.11
3	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10
3	<u>1972 02 29 20:54</u>	Adriatico meridionale	21	4.82 ±0.18
4	1972 06 14 18:55	Medio Adriatico	17	4.62 ±0.47
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
5	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
5	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5.50 ±0.09
4	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359	5.09 ±0.09
4	1992 02 18 03:30	ABRUZZO COSTIERO	73	5-6 4.27 ±0.14
5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
4-5	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09

Figura 18 - Storia sismica di Pescara dal 1873 al 2003, disposti in ordine cronologico (Database macrosismico italiano DBMI11 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)).

8.1 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Il Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 recante “*Norme Tecniche per le Costruzioni*”, e successivi aggiornamenti (D.M. 17 gennaio 2018), raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all'azione sismica.

Come indicato nel Decreto, le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione.

Questa è funzione di diversi parametri:

- **a_g** accelerazione orizzontale massima del sito;
- **F_o** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_c** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Allo stato attuale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di sottosuolo a cui si può fare riferimento per valutare la risposta sismica locale:

A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3,0 m.

B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s.

C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categoria C e D*, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

L'andamento dello spettro di risposta elastico, oltre che dalla litologia, è anche influenzato dalle condizioni topografiche del sito in esame. Queste ultime sono definite e classificate come mostrato nella tabella seguente.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per l'assegnazione della categoria di sottosuolo è stata programmata ed eseguita una campagna di indagine geofisica che ha previsto lo svolgimento di una prova HVSR ed uno stendimento di tipo MASW. Dall'elaborazione della MASW è emerso un valore di V_{seq} pari a 294 m/s, pertanto, al sito di progetto può essere associata una **categoria di sottosuolo "C"**.

Mentre l'elaborazione della sismica passiva ha evidenziato un valore di frequenza pari a 1.84 Hz presumibilmente imputabile alla presenza del substrato alla profondità di circa 35.0 m.

Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dalla osservazione della carta delle pendenze, e dai sopralluoghi eseguiti l'area di studio appartiene ad una **categoria topografica "T1"**.

Nella definizione della pericolosità sismica di base è importante evidenziare il comportamento dei valori di ag/g .

Nel sito ufficiale dell'INGV, attraverso l'applicazione Webgis, è possibile visualizzare tali valori.

In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, questi sono espressi con rettangoli colorati (in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento) in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s). Per il territorio comunale di Pescara tali valori sono compresi tra $0.125 \div 0.150$ g (fig. 24).

In particolare l'accelerazione al suolo, così come definita dall'Ordinanza n.3907 Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito, con modificazioni, della legge 24 giugno 2009, n. 77, per il comune di Pescara è pari a **$a_g = 0.151117$ g**.

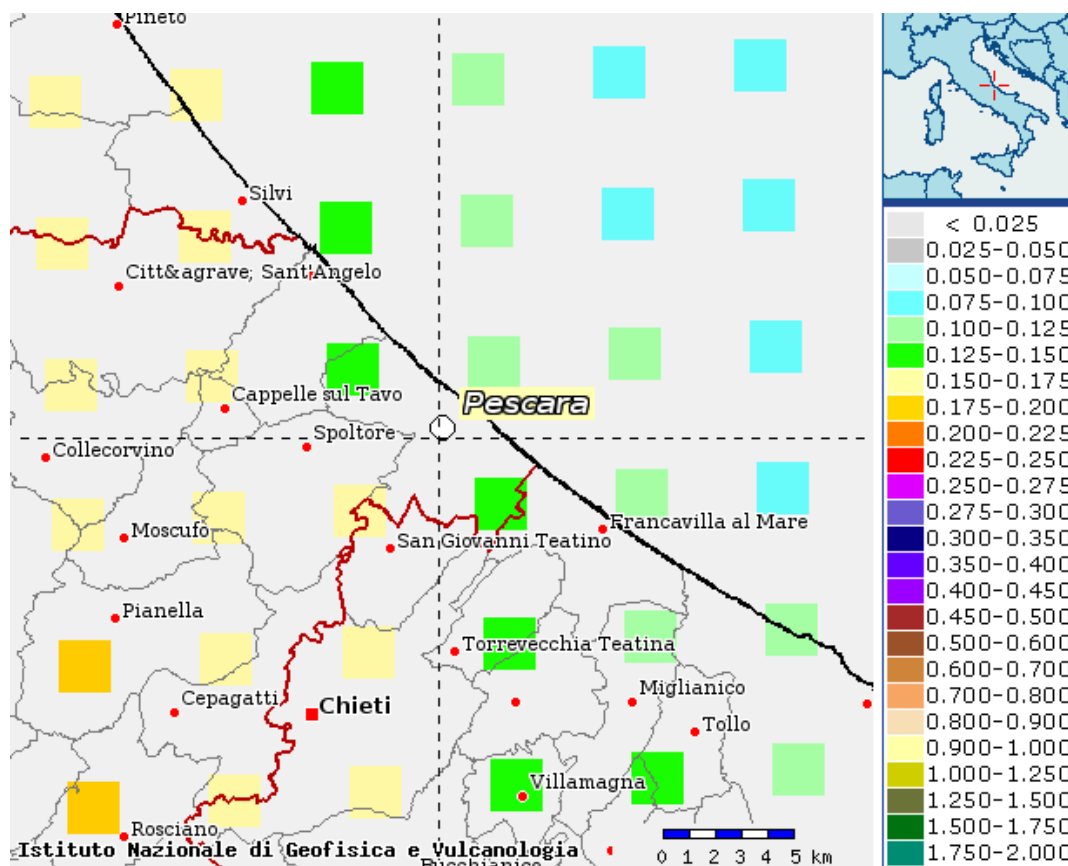
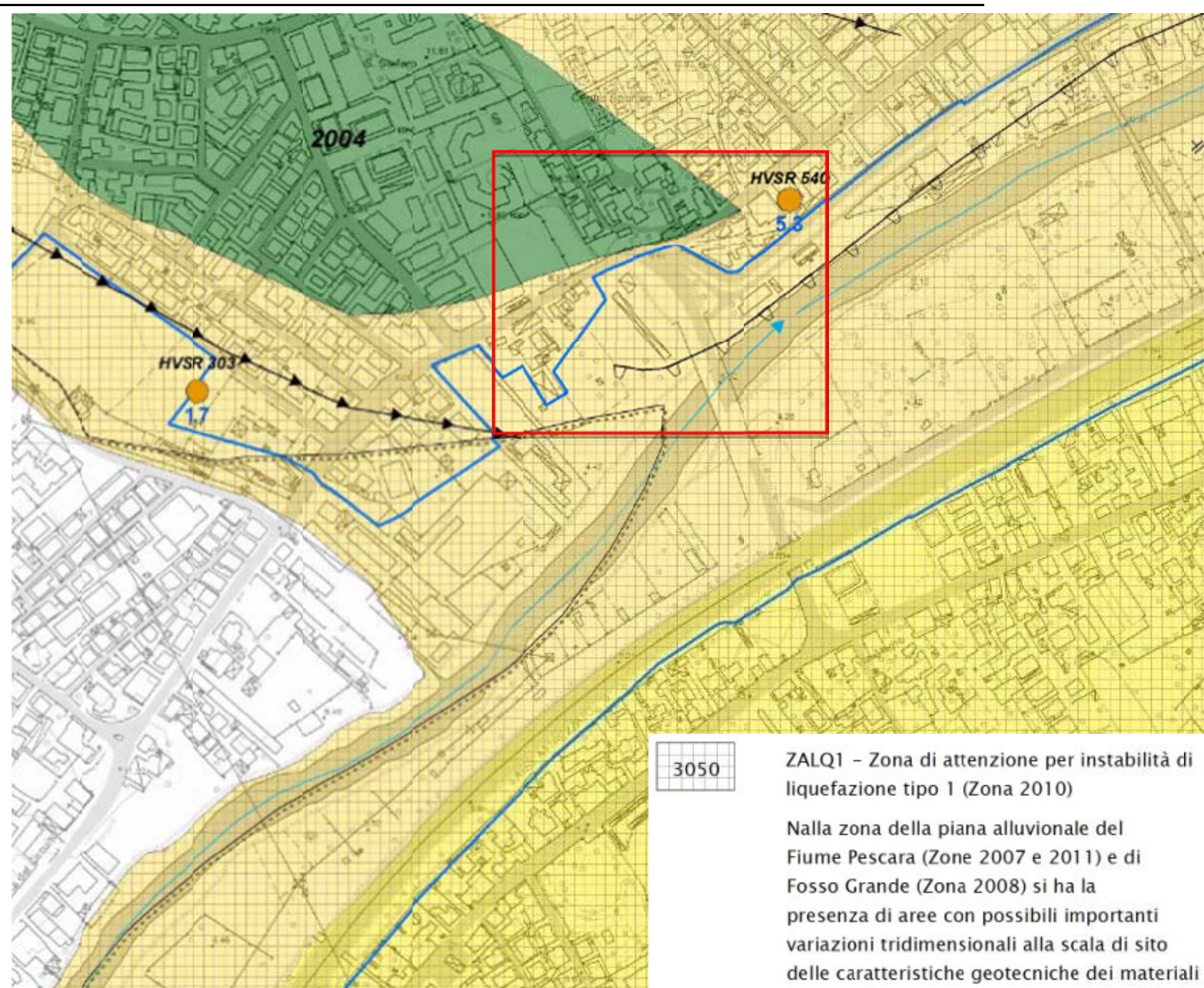


Figura 19 - Mappa interattiva di pericolosità sismica (INGV).

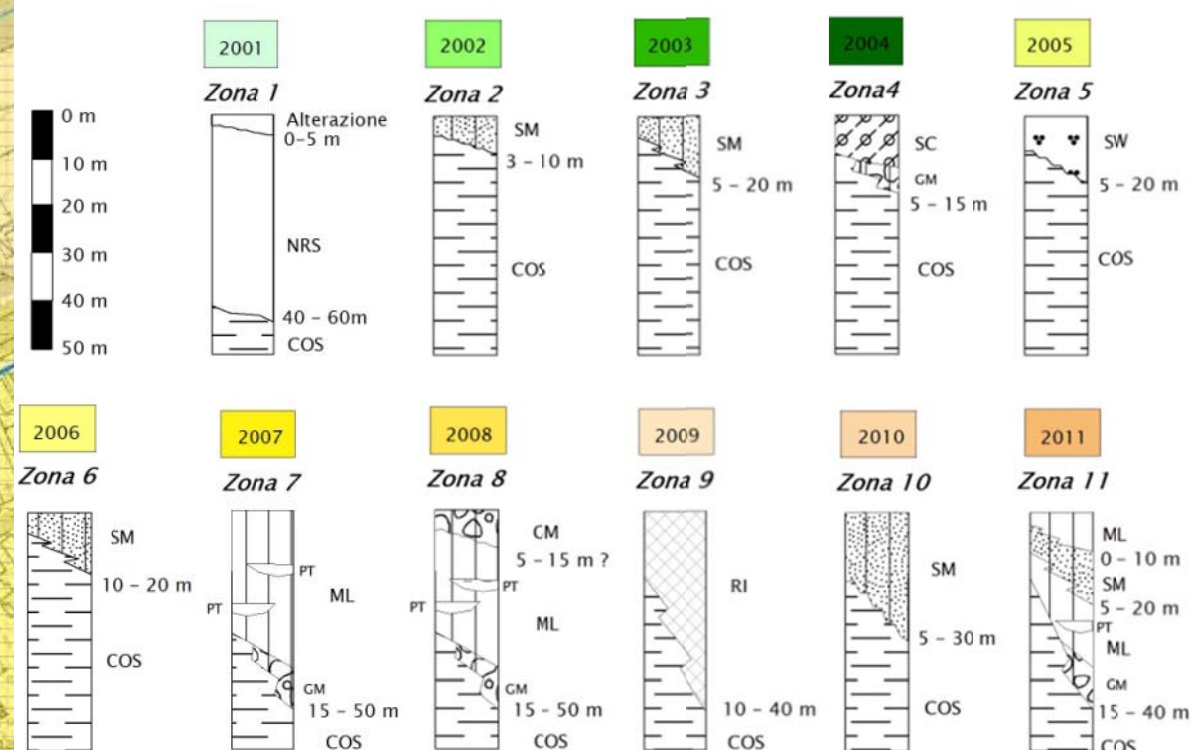
Di seguito e in allegato alla presente relazione si riporta lo stralcio della carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica); dall'osservazione di questa si nota che il sito in esame è inserito nella zona stabile ma suscettibile di amplificazione locale 2008. L'area, inoltre, è perimetrata nella zona di attenzione per liquefazione di tipo 1.



ZALQ1 – Zona di attenzione per instabilità di liquefazione tipo 1 (Zona 2010)

Nella zona della piana alluvionale del Fiume Pescara (Zone 2007 e 2011) e di Fosso Grande (Zona 2008) si ha la presenza di aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti oltre a presenza di possibili lenti discontinue di materiale granulare potenzialmente liquefacibili.

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



- Substrato non rigido stratificato – Alternanza di sabbie da moderatamente addensate a cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di silti grigio-azzurre (FMTd – FMTc) [NRS].
- Substrato coesivo sovraconsolidato e stratificato – Sedimenti costituiti principalmente da argille grigio-azzurre con presenza di livelli sabbiosi grigi (FMTa) [COS].
- Depositi prevalentemente sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi con lenti ghiaioso-sabbiose. Generalmente si presentano da sciolti e poco consistenti/addensati nei livelli ghiaiosi. Nei depositi alluvionali si hanno livelli limoso-torbosi [SM].
- Depositi prevalentemente sabbioso-argillosi con livelli sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi. Generalmente si presentano da sciolti e poco addensati [SC].
- Depositi costituiti da sabbie e sabbie-ghiaiose, spesso sciolte e/o poco addensate [SW].
- Depositi prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi con livelli ricchi in limi-torbosi. Generalmente si presentano da sciolti. Possono presentare lenti ghiaiose [ML].
- Depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi dasto-sostenuti e addensati [GM].
- Lenti costituite da materiali ad alto contenuto organogeno, legnosi e torbosi [PT].
- Discarica RSU e/o riporti antropici usati per ritombamenti di cave dismesse [RI].

Figura 20 - Stralcio di Carta delle MOPS allegata alla Microzonazione Sismica di I livello, nel riquadro rosso è indicato il sito di progetto.

9. VERIFICA DELLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Considerata la natura litologica dei depositi presenti, la profondità della falda acquifera, ed essendo l'area in ad una zona di attenzione per liquefazione (MOPS) è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

La liquefazione del terreno durante i terremoti è una delle più importanti cause di danneggiamento e collasso delle costruzioni fondate su terreni sabbiosi saturi.

Alla liquefazione del terreno possono infatti associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate di terreno, ecc., ma anche effetti meno devastanti (cedimenti differenziali, lesioni negli edifici, ecc.) che tuttavia possono produrre gravissimi danni al patrimonio abitativo e artistico di una località.

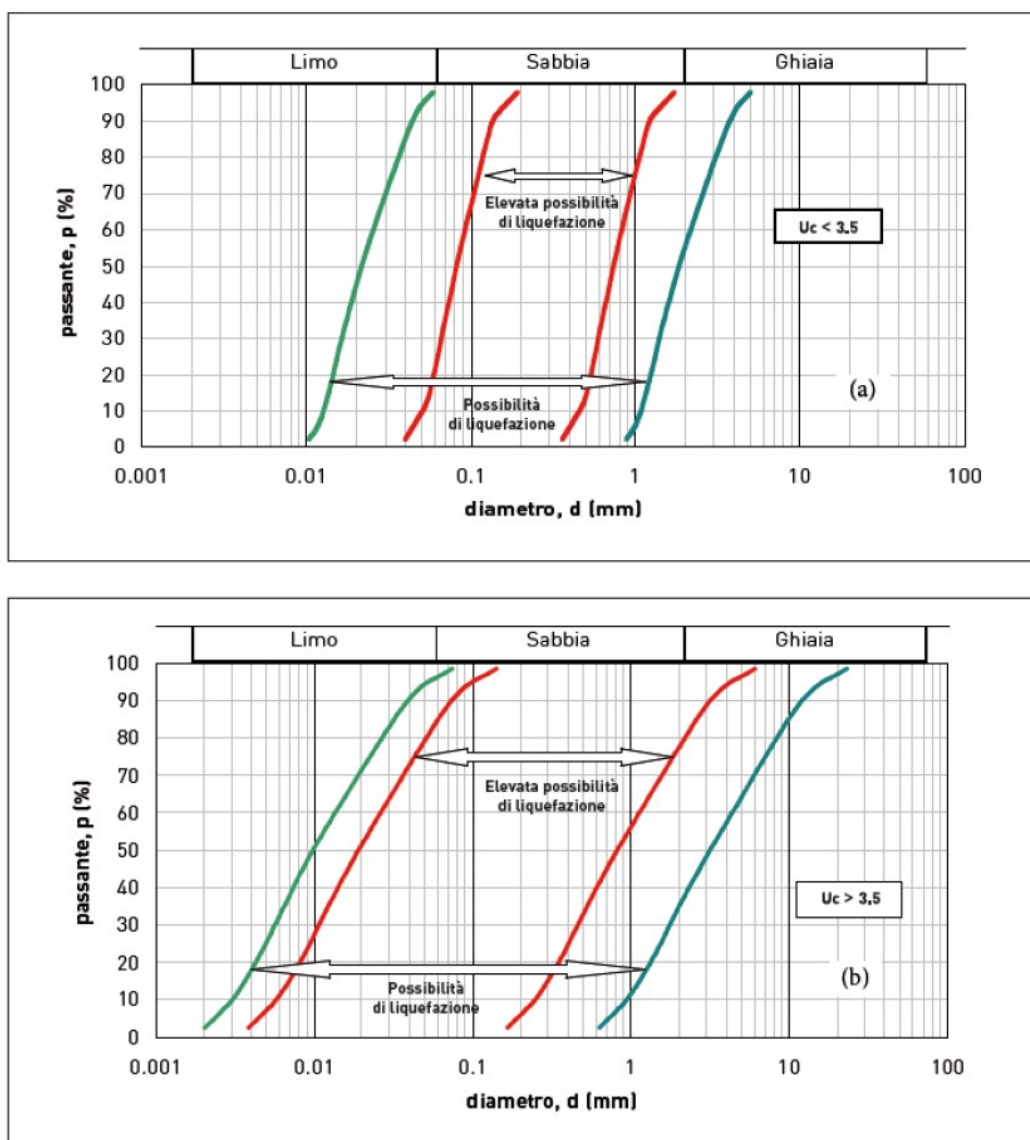
La liquefazione di un deposito è il risultato dell'effetto combinato di due principali fattori: le condizioni del terreno (fattore di predisposizione) e la sismicità (fattore scatenante).

Il D.M. 14.01.2008, circ. esplicativa 617 del febbraio 2009, al paragrafo 7.11.3.4 e successive modifiche (D.M. 17 gennaio 2018), stabilisce che *“il sito presso il quale è ubicato l'edificio deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”* e che (Punto 7.11.3.4.2) *“La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:*

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad

una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.”



Al Punto 7.11.3.4.3. del suddetto D.M. viene stabilito che “Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.”

9.1 FATTORI CHE PREDISPONGONO ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa i depositi incoerenti saturi che, durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

A seguito di tale evento, le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino al raggiungimento di una condizione di equilibrio compatibile con la nuova resistenza al taglio.

Ai fini delle presenti norme, il termine “liquefazione” denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa. La causa principale è il sorgere di un notevole aumento delle pressioni interstiziali, che assumono valori prossimi a quelli delle pressioni totali, realizzando condizioni di resistenza al taglio praticamente nulla: il terreno si comporta come un liquido.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall’età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo. Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile ed omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

Considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della natura litologica dei materiali presenti e della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

Tale verifica alla liquefazione è stata svolta utilizzando parametri sismici (ag e f_0) riferiti ad una vita nominale pari a 50 anni, ad una classe d'uso III (Affollamento significativo.....) e ad uno stato limite di salvaguardia vita (SLV).

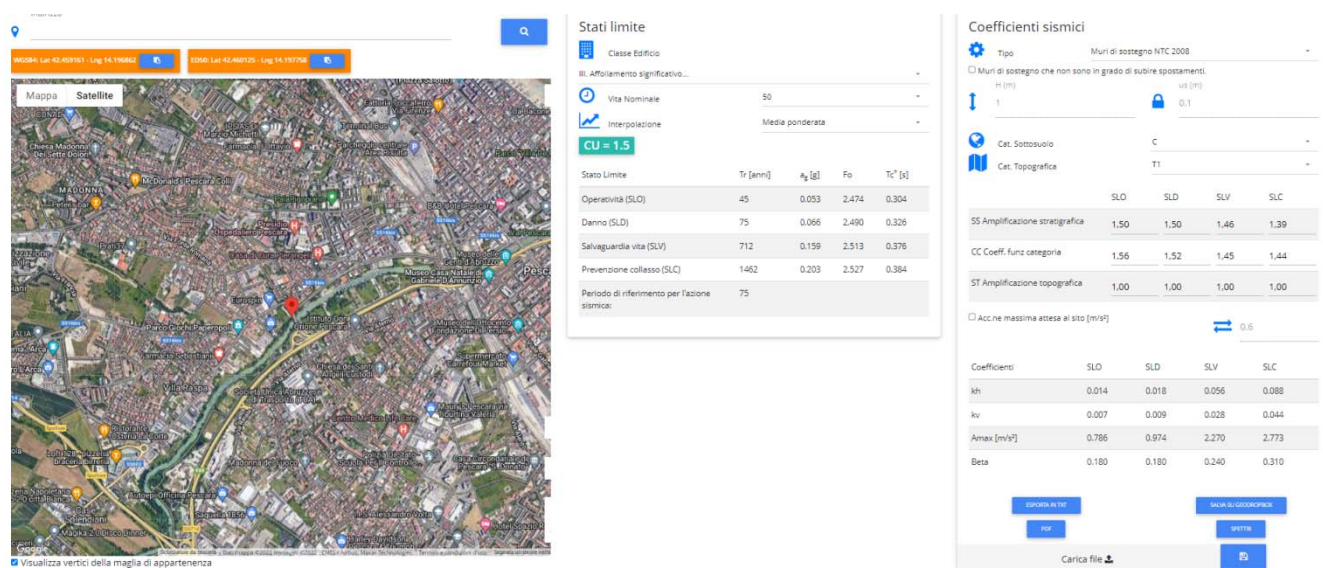


Figura 21 – Parametri sismici Geostru.

Tenendo conto dell'escursione del livello della falda, la verifica di suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita considerando il livello della falda acquifera alla profondità di -1,50 metri dal p.c.

Per la granulometria dei sedimenti, si è fatto riferimento ai valori rappresentativi delle granulometrie provenienti dai risultati delle indagini di riferimento; mentre, per quanto concerne i valori di N_{spt} , questi ultimi sono stati estrapolati da indagini geognostiche e geotecniche presenti in aree limitrofe al sito di progetto.

9.2 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE MEDIANTE LA METODOLOGIA SEED et. Al. (1985)

Richiami teorici

La verifica a liquefazione viene eseguita usando metodi di **analisi dinamica semplificata**. In particolare tutte le metodologie usate eseguono l'analisi in termini di **tensioni totali**.

In questi metodi il carico sismico (CSR) è determinato mediante un'analisi 1-D della risposta sismica locale del sito condotta in termini di tensioni totali, prescindendo quindi dallo sviluppo delle sovrappressioni neutre tipiche del processo di liquefazione.

Il rapporto di tensione ciclica (CSR) è confrontato con la resistenza a liquefazione, espressa attraverso il rapporto di resistenza ciclica (CRR) che può essere stimato utilizzando i risultati di prove in situ.

La sicurezza nei confronti della liquefazione è valutata in termini di coeff. di sicurezza:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

I fattore di sicurezza FS è indicativo della propensione o meno del terreno a liquefare.

Il deposito sabbioso saturo è potenzialmente liquefacibile se risulta $FS \leq \eta$ dove η dipende dal metodo usato.

Metodo di calcolo della domanda di resistenza a liquefazione CSR

Il carico sismico, CSR, dipende dalla magnitudo M e dalla massima accelerazione in superficie, a_{max} .

Per una magnitudo $M=7.5$ CSR è espresso dalla seguente relazione

$$CSR = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d \frac{1}{MSF K_\sigma}$$

essendo

a_{max}	picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto
g	accelerazione di gravità
σ_{v0} e σ'_{v0}	tensione verticale geostatica totale ed efficace
r_d	coefficiente riduttivo delle tensioni
MSF	fattore di scala per la magnitudo
K_σ	fattore correttivo per il sovraccarico (metodi di Idriss e Boulanger 2014 per prove SPT e CPT)

Coefficiente riduttivo delle tensioni r_d

Metodo di: **Seed e Al. (1985)**

$r_d = 1.0 - 0.00765z$	$z \leq 9.15 \text{ m}$
$r_d = 1.174 - 0.0267z$	$9.15 \text{ m} < z \leq 23 \text{ m}$
$r_d = 0.774 - 0.008z$	$23 \text{ m} < z \leq 30 \text{ m}$
$r_d = 0.5$	$z > 30 \text{ m}$

Fattore di scala per la magnitudo

Per terremoti con magnitudo diversa da 7.5 si applica un fattore correttivo MSF.

Le equazioni utilizzate, dai diversi metodi, per il calcolo di MSF vengono di seguito riportate.

Metodo di: **Seed e Al. (1985)**

$$MSF = \left(\frac{M}{7.5}\right)^{-3.3} \quad \text{per } M \leq 7.5$$
$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \quad \text{per } M > 7.5$$

Metodo di: **Idriss e Boulanger (2014)**

$$MSF = 1 + (MSF_{\max} - 1) \left(8.64e^{-\frac{M}{4}} - 1.325 \right)$$

Metodi di calcolo della resistenza a liquefazione CRR*Metodi usati con le prove SPT*Metodo: **Seed e Al. (1985)**

La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione (CRR) da prove penetrometriche dinamiche viene stimata dagli autori con la seguente espressione:

$$CRR = \frac{0.048 - 0.004721N_{60\text{ cs}} + 0.0006136N_{60\text{ cs}}^2 - 0.00001673N_{60\text{ cs}}^3}{1 - 0.1248N_{60\text{ cs}} + 0.009578N_{60\text{ cs}}^2 - 0.0003285N_{60\text{ cs}}^3 + 0.000003714N_{60\text{ cs}}^4}$$

dove:

$$N_{60\text{ cs}} = A + B \cdot N_{60}$$

in cui A e B sono coeff. che assumono i seguenti valori:

A = 0	B = 1	FC ≤ 5%
$A = e^{1.76 - \frac{190}{FC^2}}$	$B = 0.99 + \frac{FC^{1.5}}{1000}$	5% < FC ≤ 35%
A = 5	B = 1.2	FC > 35%

con:

$$N_{60} = N_{\text{SPT}} C_N C_E C_B C_R C_S$$

i coeff. C_N , C_E , C_B , C_R , C_S sono descritti nel capitolo successivo.

Fattori correttivi della prova SPT

Fattore	Attrezzatura	Simbolo	Valore
Pressione litostatica efficace		C_N	$\sqrt{\frac{1}{\sigma'_v}} \leq 2$
Rapporto energetico	maglio Donut maglio Safety maglio a rilascio automatico Donut	C_E	da 0.5 a 1.0 da 0.7 a 1.0 da 0.8 a 1.3
Diametro del foro	da 65 mm a 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1.0 1.05 1.15
Lunghezza delle aste	da 3 m a 4 m da 4 m a 6 m da 6 m a 10 m da 10 m a 30 m >30 m	C_R	0.75 0.85 0.95 1.0 < 1.0
Metodo di campionamento	campionatore standard campionatore senza astuccio	C_S	1.0 da 1.1 a 1.3

C_N vale solo per i metodi di Seed e Idriss (1982) e Monaco e Marchetti (2005). Per gli altri metodi C_N è descritto nei richiami teorici del metodo.

Calcolo dell'Indice del Potenziale di Liquefazione (LPI)

Il calcolo dell'Indice del potenziale di liquefazione è stato eseguito con il metodo di Iwasaky (1978).

$$I_L = \int_{z=0}^{20} F(z)w(z)dz$$

dove:

$$F(z) = 1 - FS$$

$$w(z) = 10 - 0.5z$$

Il potenziale di liquefazione è definito come:

Indice di liquefazione (I_L)	Potenziale di liquefazione
$I_L = 0$	Molto bassa
$0 < I_L \leq 5$	Bassa
$5 < I_L \leq 15$	Alta
$15 < I_L$	Molto alta

Dati

Dati stratigrafia

Parametri per il calcolo del potenziale di liquefazione

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
Descrizione	Descrizione strato
h	Spessore dello strato espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
C_u	Coefficiente di Uniformità
d_{50}	Diametro della curva granulometrica del passante al 50 per cento espresso in [mm]
fine	Contenuto di fine presente nello strato espressa in [%]

n°	Descrizione	h	γ	γ_s	C_u	d_{50}	Fine noto	fine	S/A
		[m]	[kg/mc]	[kg/mc]		[mm]		[%]	
1	limi sabbiosi	4,50	1899	1899	2,500	0,180	SI	80,00	Sabbia
2	Limi argillosi con torbe	10,50	1835	1835	2,500	0,020	SI	90,00	Sabbia



Fig. 1 - Stratigrafia

Prova SPT

Simbologia adottata

n°	Numero d'ordine dei valori delle misure della prova
z_i	Profondità alla quale viene effettuata la misura della prova espressa in [m]
N_{SPT}	Numero di colpi della prova SPT

n°	z_i [m]	N_{SPT}
1	4,00	8
2	7,00	10
3	8,00	20
4	15,00	30

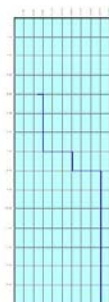


Fig. 2 - Prova SPT

Dati Strumento

Fattore correttivo che tiene conto del diametro del foro di sondaggio	$C_b=1.00$
Fattore correttivo che tiene conto della lunghezza delle aste	$C_r=0.75$
Fattore correttivo che tiene conto del tipo di campionatore	$C_s=1.00$
Fattore correttivo che tiene conto dell'efficienza del sistema di infissione usato	$C_e=1.00$

Dati Situ

Magnitudo dell'evento sismico	M	6.50	
Accelerazione massima su sito di riferimento rigido	a_g	1.516	[m/s ²]
Fattore di amplificazione spettrale	F0	2.52	
Categoria di sottosuolo	C		
Coefficiente amplificazione stratigrafica	Ss	1.466	
Presenza di sovraccarico al piano campagna	p_0	0,00	[kg/mq]
Profondità della falda dal piano campagna	z_w	1,50	[m]
Accelerazione massima	a_{max}/g	0.227	

Controlli Normativa

		U.M.	Sito	Minimo normativo	Esito
Magnitudo			6.50	5.00	OK
Accelerazione massima		[%]	0.227	0.100	OK
Profondità media della falda		[m]	1.50	15.00	OK
Numero di colpi prova SPT			0.08	30.00	OK
Granulometria	Strato 1 - limi sabbiosi	[mm]	0,1800	$0,0210 \leq d_{50} \leq 1,9500$	OK
	Strato 2 - Limi argillosi con torbe		0,0200	$0,0210 \leq d_{50} \leq 1,9500$	NO
					Verifica richiesta

Risultati analisi liquefazione

Simbologia adottata

z_i	Profondità alla quale viene calcolato il fattore di sicurezza espressa in [m]
σ'_v	tensione verticale efficace calcolata alla profondità z_i espressa in [kg/cmq]
σ_v	tensione verticale totale calcolata alla profondità z_i espressa in [kg/cmq]
r_d	coefficiente correttivo di riduzione delle tensioni con la profondità z_i
MSF	coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma
CSR	resistenza a taglio mobilitata espressa in termini di rapporto di tensione ciclica
CRR	sforzo di taglio indotto dal sisma espresso in termini di rapporto di resistenza ciclica
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra CRR e CSR)

Metodo Seed e Al. (1985) - SPT

n°	z_i [m]	vp	σ'_v [kg/cmq]	σ_v [kg/cmq]	Ic	FC	r_d	MSF	CSR	CRR	FS
1	4,00	15,09	0,51	0,76	0.000	0.000	0.97	1.604	0.133	0.163	1.229
2	7,00	15,30	0,76	1,31	0.000	0.000	0.95	1.604	0.150	0.165	1.106
3	8,00	24,56	0,85	1,50	0.000	0.000	0.94	1.604	0.152	0.276	1.809
4	15,00	27,57	1,43	2,78	0.000	0.000	0.77	1.604	0.138	0.332	2.407

Indice di Liquefacibilità del deposito (I.L.) 0.00

Rischio di liquefazione **Molto basso**

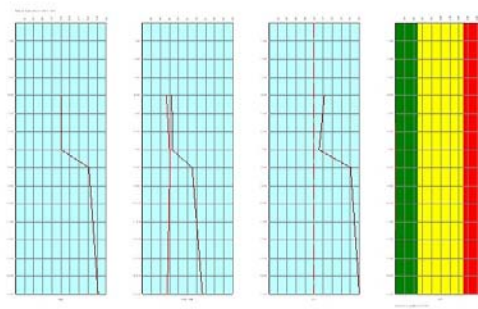


Fig. 3 -

In questo caso, come risulta dalla verifica eseguita, il FS ha un valore superiore ad 1,00 e il rischio di liquefazione è molto basso.

10. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL TERRITORIO

La pericolosità geologica del territorio in esame si individua nella pericolosità da alluvione, nella suscettibilità da liquefazione, nella oscillazione del livello di falda acquifera e nella possibilità di presenza di ordigni bellici inesplosi.

Relativamente alla pericolosità da alluvione, come descritto nel capitolo 6 *Caratteri idrologici ed idrogeologici*, l'area di studio si trova all'interno di una zona a pericolosità elevata/molto elevata. Tuttavia, l'opera, essendo interrata, non compromette le condizioni di funzionalità del corso d'acqua, mantenendo inalterato il normale deflusso delle acque e il deflusso delle piene. Inoltre, non aumenta il rischio idraulico.

È consigliabile che in fase di progettazione si tenga conto di un sistema di monitoraggio che valuti l'escursione della piena del fiume Pescara, in modo da allertare le maestranze sia durante la realizzazione dell'opera sia, in futuro, per la normale e straordinaria manutenzione della vasca stessa.

Come espletato nel cap. 9. *Verifica della stabilità nei confronti della suscettibilità alla liquefazione*, considerata la natura litologica dei depositi presenti, la profondità della falda acquifera, ed essendo l'area in ad una zona di attenzione per liquefazione (MOPS) è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione. Il risultato di tale prova permette di affermare che il rischio di liquefazione dell'area è molto basso.

Un'altra problematica consiste nella oscillazione del livello della falda acquifera. Nell'area, come emerge dalla presa visione di stratigrafie di sondaggio in aree prossime al sito ed appartenenti alla medesima provincia geologica, la falda idrica si trova alla profondità variabile di circa -1,50 metri dal p.c. a 2,50 metri dal p.c, tuttavia subisce oscillazioni in occasione di precipitazioni intense ed in concomitanza con le escursioni del pelo libero dell'acqua del fiume Pescara.

I fronti di scavo, soprattutto se sotto falda, dovranno essere messi in sicurezza con opere provvisorie. Altrimenti si dovrà provvedere alla verifica di stabilità del fronte profilando lo stesso scavo con pendenze tali da avere un fattore di sicurezza uguale o maggiore di 1.

Durante la realizzazione dell'opera, se lo scavo si spingerà al di sotto del pelo libero della falda acquifera, si dovrà provvedere all'istallazione di un sistema di aggettamento delle acque mediante well – point, pozzi, etc. Il progettista dovrà tener conto anche delle verifiche a galleggiamento del manufatto considerando anche l'escursione che può avere la falda acquifera.

Inoltre, prima di ogni attività di scavo, l'area di progetto deve essere indagata per il rinvenimento di eventuali ordigni bellici inesplosi (legge 1 ottobre 2017 n°177 recante “modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, 81 in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici -Gazzetta ufficiale n°244 GU del 18 ottobre 2012- s.m.i).

Per le problematiche di carattere ambientale si rimanda alla relazione ambientale a firma del dott. Tavano.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono esposti i risultati di uno studio geologico, geomorfologico geologico – tecnico, idrogeologico e sismico, eseguito nel territorio comunale di Pescara (PE) a supporto del progetto “DISINQUINAMENTO FIUME PESCARA – POTENZIAMENTO SISTEMA DEPURATIVO COMUNE DI PESCARA. Lotto 5 – REALIZZAZIONE DI VASCA DI PRIMA PIOGGIA DA 3800 MC IN PROSSIMITÀ DEL PONTE DI VILLA FABIO (PONTE CAPACCHIETTI”.

Il sito di progetto si trova in prossimità del ponte Villa Fabio, in sinistra idrografica del F. Pescara.

Lo studio è stato finalizzato alla valutazione delle litologie affioranti, all'individuazione del trend morfoevolutivo, alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico e sismico in cui s'inserisce il sito di progetto. L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza che per la documentazione bibliografica esistente. Per la definizione del contesto geologico finalizzato alla ricostruzione di un modello geologico, idrogeologico e morfologico in un intorno significativo dell'area di progetto, si è fatto riferimento ad indagini geognostiche, geotecniche e prove di laboratorio eseguite sul medesimo sedime di progetto; questo in accordo con il capitolo 6.2.2 che recita “nel caso di costruzione o di interventi di modesta rilevanza, che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico la progettazione può essere basata sulle conoscenze, ecc.” DM 14/01/08 - Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617- e DM 17/01/18. Mentre, per l'assegnazione della categoria di sottosuolo di appartenenza dei litotipo interessati dal progetto è stata eseguita un'indagine di sismica passiva HVSR ed uno stendimento sismico di tipo MASW.

I certificati delle indagini sono allegati in calce alla relazione, unitamente all'ubicazione delle stesse. Per la stesura del presente elaborato, è stato, inoltre, consultato lo Studio di Microzonazione Sismica di I Livello del territorio comunale. Considerata la natura litologica dei depositi presenti, la profondità della falda acquifera,

ed essendo l'area in una zona di attenzione per liquefazione (MOPS) è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione.

L'area di studio si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: *Avanfossa periadriatica*. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza. In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione conosciuta in letteratura come "*Argille grigio-azzurre*" attribuite al Plio-Pleistocene. Nell'area di studio, compresa all'interno del foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, stratigraficamente affiorano depositi alluvionali, sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione piano – parallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono ben arrotondate e presentano clasti poligenici.

Dal punto di vista geomorfologico, come si osserva dalla "Carta Geomorfologica", della "Carta della Pericolosità da frana" e della "Carta del Rischio da frana" pubblicate nell'ambito del progetto PAI (PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43), nel sito di progetto, retrostante la riva sinistra del F. Pescara, in corrispondenza della quale è riportato un orlo di erosione fluviale o torrentizio in stato di quiescenza, non sono perimetrate forme di instabilità che possono creare pericolosità o rischio. Inoltre, all'atto del sopralluogo non sono emersi indizi di potenziale instabilità, per cui l'area risulta stabile.

Geomorfologicamente l'area in studio è ubicata in una zona sub-pianeggiante e come emerso dalla Carta delle Pendenze (riportata in allegato), è caratterizzata da pendenze comprese tra 0° e 5°.

L'idrografia superficiale dell'area è dominata, nelle sue linee principali, dal Fiume Pescara, che confluisce ad est, nel Mar Adriatico.

L'assetto idrogeologico è tipico di un ambiente di transizione caratterizzato da depositi eterogenei recenti.

L'orizzonte superficiale è caratterizzato da una litologia sabbiosa e limoso – sabbiosa con lenti e orizzonti ghiaiosi. Per le sue caratteristiche granulometriche, all'interno di questi depositi si crea una falda sospesa, sovrastante l'orizzonte limoso torbiditico a permeabilità inferiore. I limi argillosi con torbe, invece, per le loro caratteristiche granulometriche, non permettono la circolazione di acqua al suo interno e costituiscono un "*acquitarzo*". A letto di tale unità, il banco ghiaioso presenta caratteristiche di permeabilità elevate e pertanto contiene una falda acquifera sostenuta dai limi argillosi di base praticamente impermeabili. Il livello ghiaioso, per le sue caratteristiche litologiche, rappresenta un "*acquifero*" permeabile; invece, il livello sottostante, limoso argilloso sovraconsolidato, costituisce "*l'acquicludo*" impermeabile.

La falda acquifera si trova alla profondità variabile da circa -1,50 a -2,50 metri dal p.c. e subisce oscillazioni in occasione di precipitazioni intense ed in concomitanza con le escursioni del pelo libero dell'acqua del fiume.

Nella "Carta della Pericolosità Idraulica" realizzata nell'ambito del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) si evince che il sito di progetto rientra nella classe di pericolosità idraulica elevata/molto elevata. Come previsto dalle Norme di Attuazione PSDA, il tipo di intervento può essere riferito sia all'art. 17 comma 1 lettera a) che recita : "*...nelle aree di pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni*"; che all'art. 19 comma 1 lettera d) che recita: "*L'ampliamento e la ricostruzione di infrastrutture a rete e puntuali destinati a servizi pubblici non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili*". L'opera, essendo interrata, non compromette le condizioni di funzionalità del corso d'acqua, mantenendo inalterato il normale deflusso delle acque e il deflusso delle piene. Inoltre, non aumenta il rischio idraulico.

Le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni, il modello geotecnico di riferimento e la presenza e la profondità della falda acquifera, sono tutte informazioni desunte dalla presa visione di indagini geognostiche e geotecniche di riferimento eseguite sul medesimo sedime di progetto ed in aree limitrofe. Nel sito di progetto sono presenti le seguenti unità: limi sabbiosi di colore marrone, alternanze di limi argillosi con sabbie e sabbie limose passanti verso il basso a limi torbosi.

Sismicamente il territorio comunale di **Pescara** risulta classificato come **Zona sismica 3**. In particolare, come da Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri numero 3907 del 13 Novembre 2010, la pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno "ag" per il tempo di ritorno di 475 anni, per il territorio comunale di Pescara è pari a **ag = 0.151117 g**.

Dall'elaborazione della MASW è emerso un valore di Vseq pari a 294 m/s, pertanto, al sito di progetto può essere associata una **categoria di sottosuolo "C"**.

Mentre l'elaborazione della sismica passiva ha evidenziato un valore di frequenza pari a 1.84 Hz presumibilmente imputabile alla presenza del substrato alla profondità di circa 35.0 m.

Per quanto riguarda la categoria topografica, come emerge dalla osservazione della carta delle pendenze, e dai sopralluoghi eseguiti l'area di studio appartiene ad una **categoria topografica "T1"**.

Considerato che nella carta delle MOPS l'area rientra in una zona perimetrata a pericolosità di liquefazione e tenuto conto della natura litologica dei materiali presenti e della profondità della falda acquifera, è stata eseguita una verifica di suscettibilità alla liquefazione. Tale verifica alla liquefazione è stata svolta utilizzando parametri sismici (ag e f0) riferiti ad una vita nominale pari a 50 anni, ad una classe d'uso III (Affollamento significativo.....) e ad uno stato limite di salvaguardia vita (SLV). Tenendo conto dell'escursione del livello della falda, la verifica di suscettibilità alla liquefazione è stata eseguita considerando i valori di Nspt registrati nel corso dei sondaggi presi in riferimento ed il livello della falda acquifera alla profondità variabile di circa -1,50 metri dal p.c. Per la granulometria dei sedimenti, si è fatto riferimento ai valori rappresentativi delle granulometrie provenienti dai risultati delle indagini di riferimento. In questo caso,

come risulta dalla verifica eseguita, il FS ha un valore superiore ad 1,00 e il rischio di liquefazione è molto basso.

Per la pericolosità di carattere geologico si rimanda al cap. 10. *Pericolosità geologica del territorio*. Si resta a disposizione per ulteriori chiarimenti.

ALLEGATI

CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:25.000)

CARTA COROGRAFICA (SCALA 1:5.000)

CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:50.000)

CARTA GEOMORFOLOGICA (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DEL RISCHIO (PAI, SCALA 1:5.000)

CARTA DELLE PENDENZE (SCALA 1:5.000)

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PSDA, SCALA 1:10.000)

CARTA GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

STRALCIO DI SEZIONE GEOLOGICO – TECNICA (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS (MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

UBICAZIONE INDAGINI

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO NEL MEDESIMO SEDIME DI PROGETTO

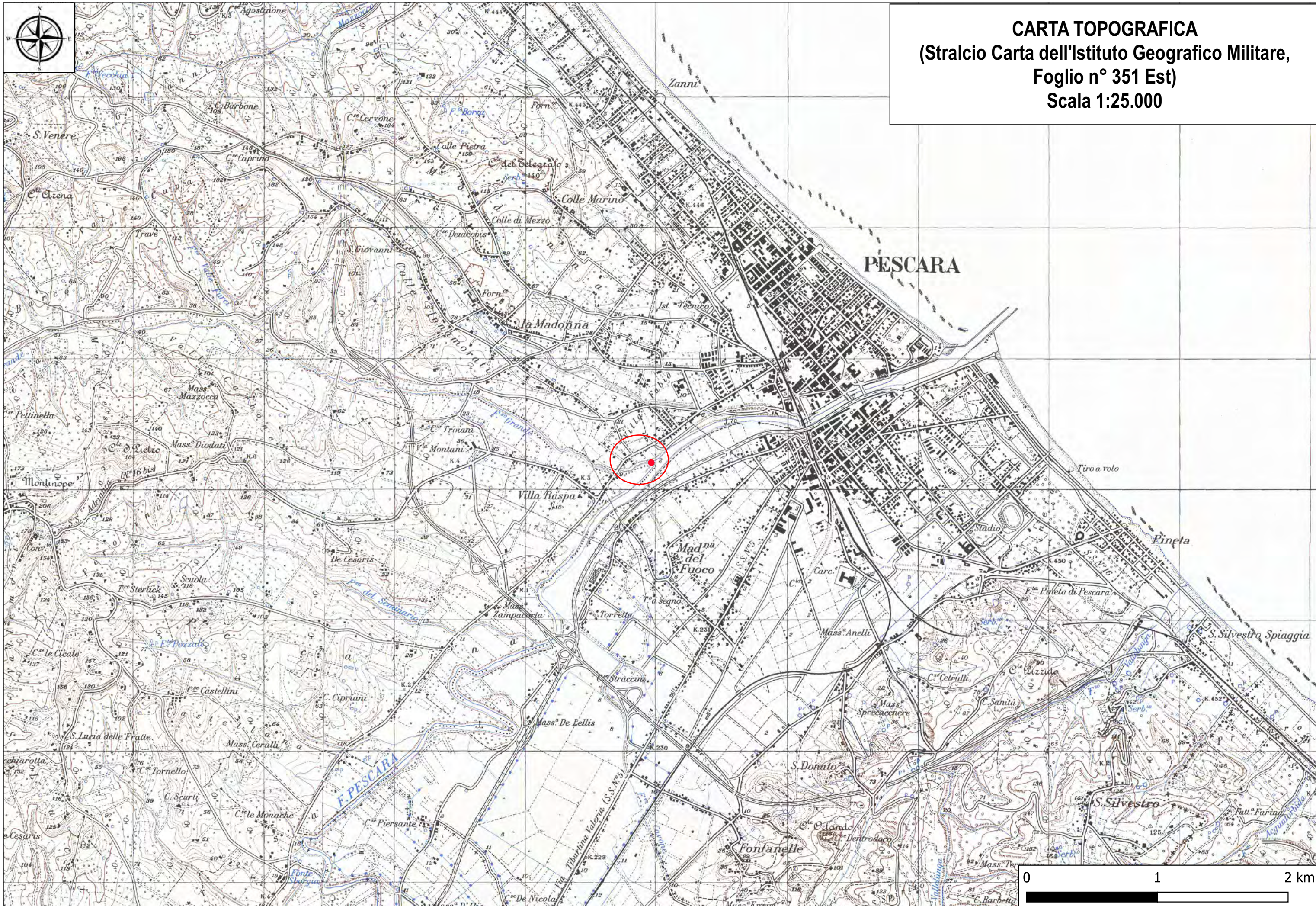
CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO

INDAGINE GEOFISICA (HVSr)

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

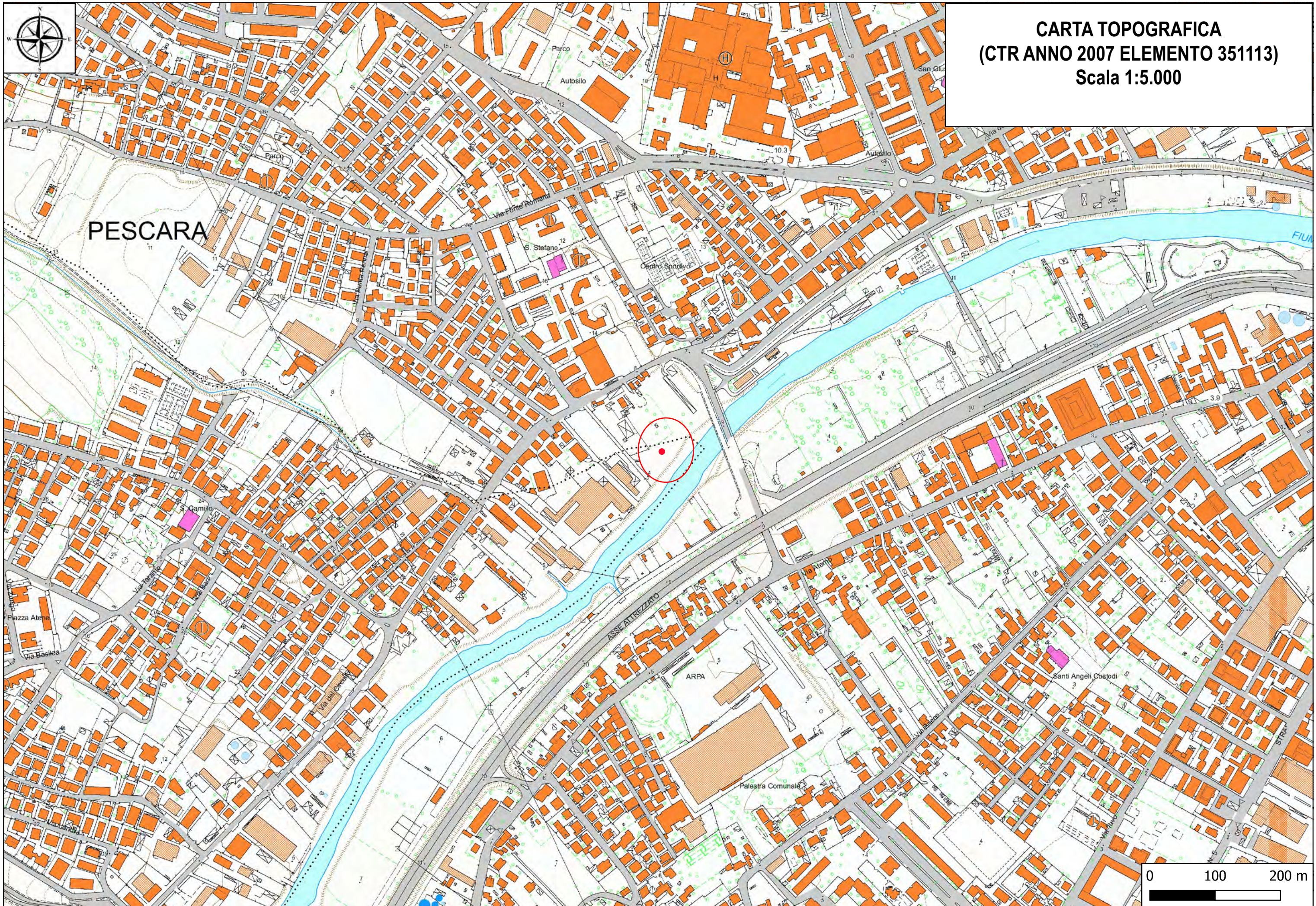
CARTA COROGRAFICA

(SCALA 1:25.000)



CARTA COROGRAFICA

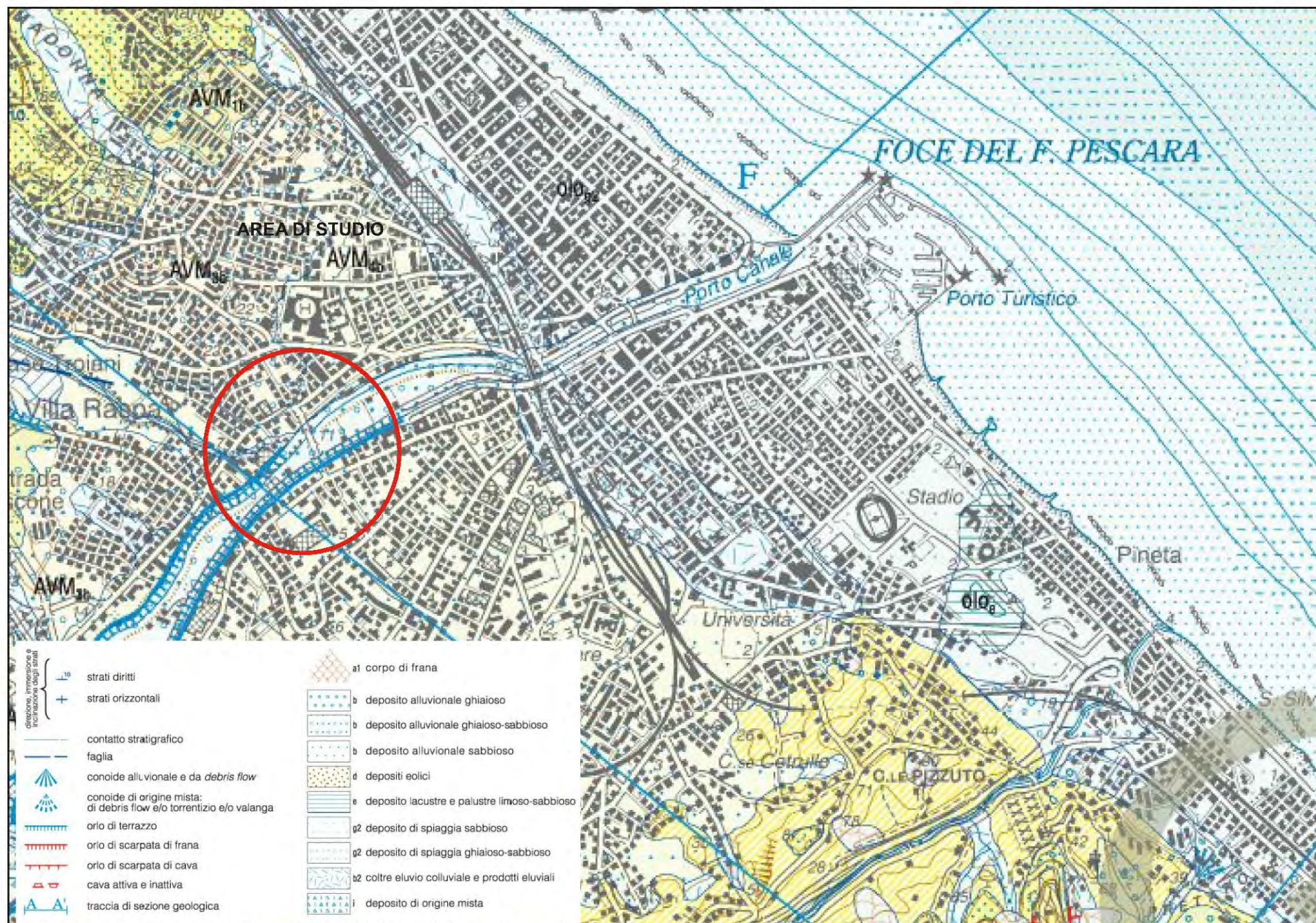
(SCALA 1:5.000)



CARTA GEOLOGICA

(SCALA 1:50.000)

CARTA GEOLOGICA
(Stralcio di Foglio 351 "Pescara" della
Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000),
Fuori scala



DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sintemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci (olo_a). Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe; ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (olo_a). Coltri eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti (olo_a).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (olo_a).

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (olo_a).

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (olo_a).

Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.

In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (olo_a).

SINTEMA DI VALLE MAJELAMA

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 subsintemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

PLEISTOCENE SUPERIORE

subsintema di Chieti Scalo (AVM₄)

E' costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositi alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM₄). Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso limosa da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM₄).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsintema di Vallemare (AVM₃)

Depositi alluvionali - Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), immersi in una matrice sabbioso-limosa. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale. (F. Tavo) (AVM₃).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsintema di Piano della Fara (AVM₂)

Depositi alluvionali - Ghiaie, alternate a sabbie, sabbie-limose e limi, in strati e lenti di spessore decimetrico o metrico; si intercalano livelli decimetrici di argille grigie; i clasti sono arrotondati, di natura carbonatica e subordinatamente silicea. La matrice è costituita da materiale terroso bruno-rossastro, da sabbie o limi. La frazione sabbiosa diviene prevalente nella parte alta del deposito e presenta strutture sedimentarie trattive di fondo e lenti limoso-argillose; spesso si osserva un passaggio netto dal basso verso l'alto da un intervallo ghiaioso a un intervallo sabbioso. Lo spessore è variabile da 1-2 m a un massimo di 10 m. Il deposito è riferibile ad ambiente fluviale ed è terrazzato ad altezze tra 55 m e 30 m sul fondovalle attuale (AVM₂).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

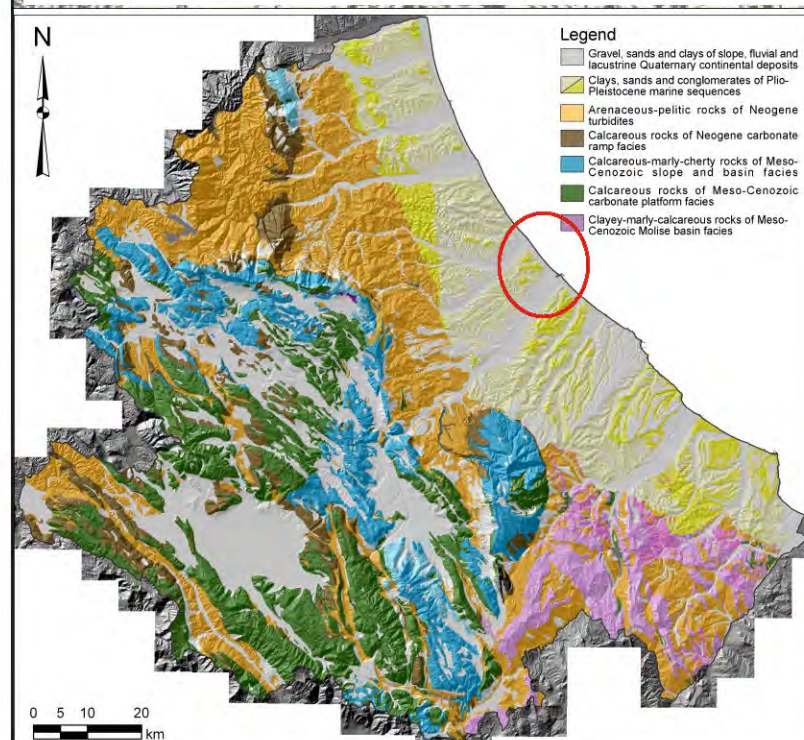
subsintema di Villa Olivetti (AVM₁)

Depositi alluvionali - Ghiaie e conglomerati clasto-sostenuti debolmente cementati, in strati e lenti da decimetrici a metrici, con livelli e lenti sabbiosi decimetrici. Le ghiaie presentano clasti ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri, poligenici (*arenacei, calcarei e selciferi*), con matrice sabbioso-limosa. I corpi conglomeratici sono organizzati in bancate massive e strati lenticolari discontinui con stratificazione incrociata, talora alternati ed eteropici a lenti e livelli sabbioso-argillosi e limoso-argillosi. I livelli sabbiosi sono costituiti da sabbie medio-fini, con laminazione piano-parallela.

Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m; uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, planare o debolmente ondulato (F. Tavo, F. Fino, F. Pescara).

Lo spessore dei depositi è variabile da 10 m a oltre 30 m. Costituiscono terrazzi posti ad altezze sul fondovalle attuale intorno a 70 m. lungo il F. Fino e il F. Tavo e comprese tra 70 m e 40 m lungo i fiumi Saline, Pescara, Aliento e Foro (AVM₁).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



FORMAZIONE DI MUTIGNANO

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT_d)

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embriciati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora ripples simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nanofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.

associazione sabbioso-pellica (FMT_c)

Alternanza di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari a 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (*Pecten, Chlamys, Ostrea*) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c-MNNd a nanofossili calcarei).

associazione pelitico-sabbiosa (FMT_a)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di *offshore*. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c a nanofossili calcarei).

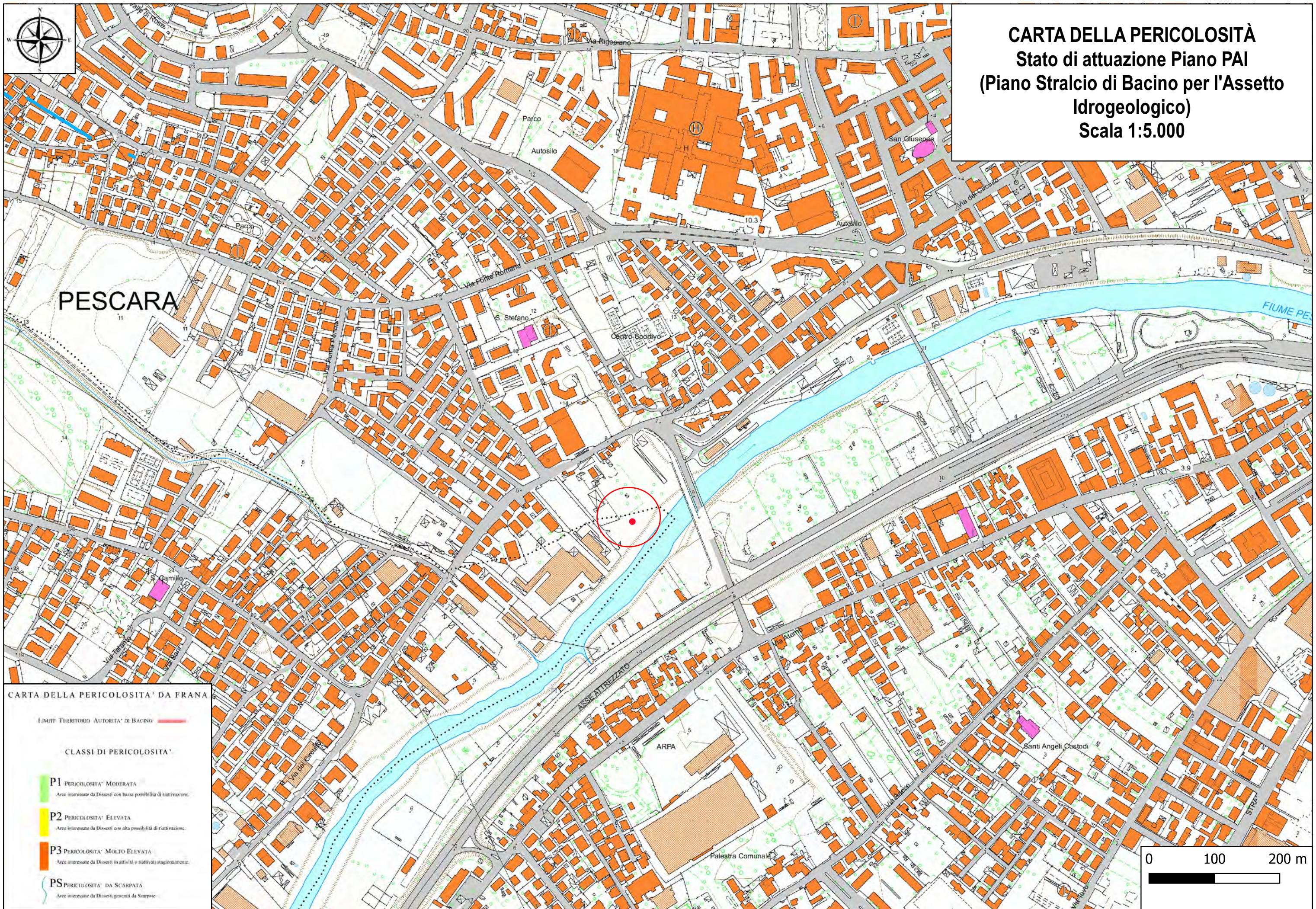
CARTA GEOMORFOLOGICA
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)



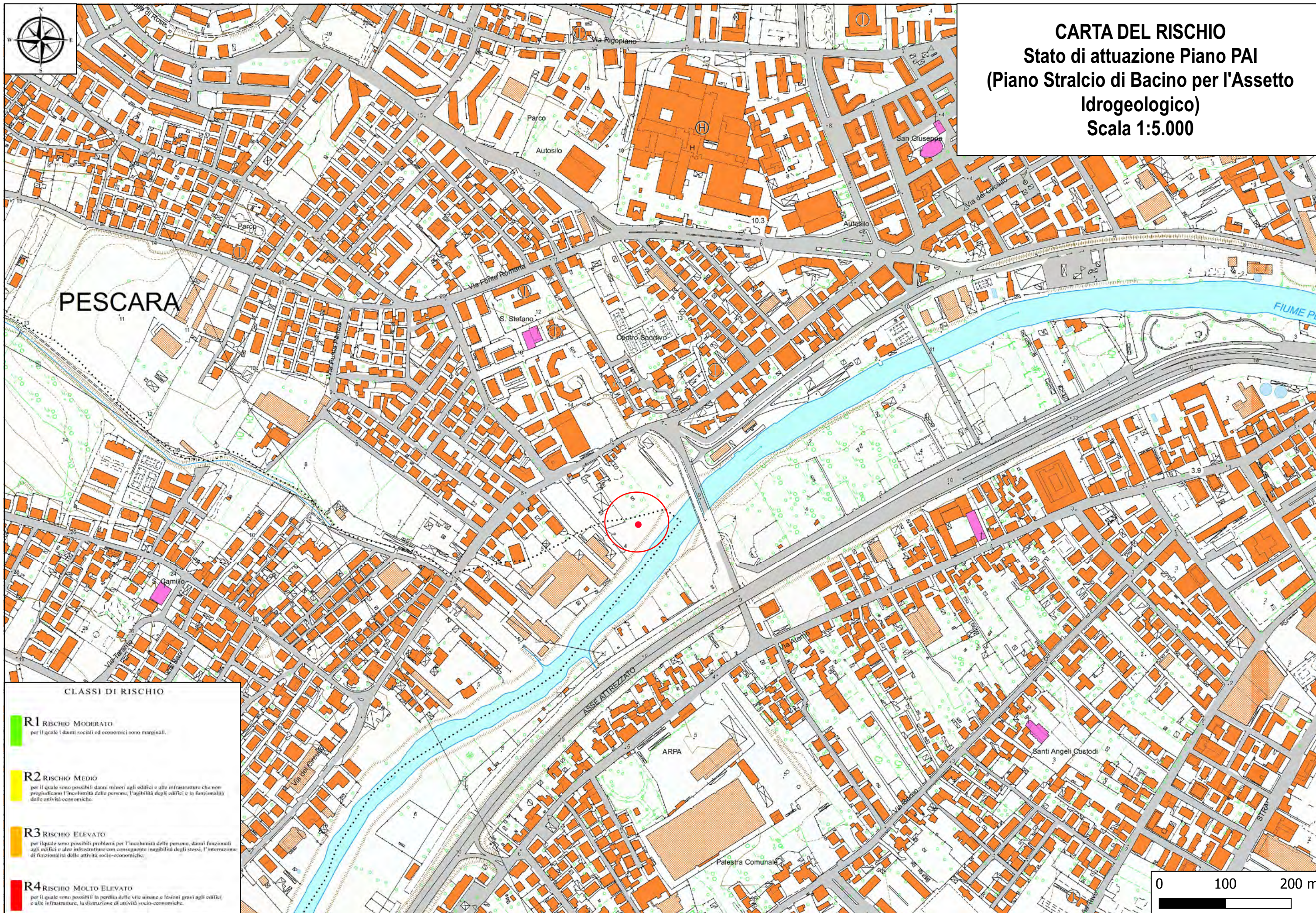
CARTA GEOMORFOLOGICA
Stato di attuazione Piano PAI
(Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto
Idrogeologico)
Scala 1:5.000

Limite territorio Autorità di Bacino				
FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale			
	Orlo di scarpata di linea di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito			
		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRADATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
	Trincea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Versante interessato da deformazione profonda			
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frana di scorrimento:			
	(A) Traslativo			
	(B) Rotazionale			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Contropendenza significativa nel corpo di frana			
	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
	Alveo con tendenza all'approfondimento			
	Solco da ruscellamento concentrato			
	Superficie a calanchi e forme simili			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
	Conoide alluvionale			
	Cono di origine mista			
	Depressione palustre			
	Dolina			
FORME CARSCICHE	Campo di doline			
	Inghiottoio			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI CRONIALI	Forme di erosione	Orlo di nicchia di nivazione		
		Canalone di valanga		
	Forme di accumulo	Rock glacier		
FORME GLACIALI	Orlo di scarpata			
	Orlo di circo			
FORME E PROCESSI MARITIMI E COSTIERI	Orlo di scarpata di erosione marina			
	Orlo di scarpata artificiale			
	Terrazzamento agrario			
	Sbarramento			
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Lago artificiale			
	Cavità sotterranee naturali e/o antropiche			

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)



CARTA DEL RISCHIO
STATO DI ATTUAZIONE PIANO PAI
(PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)
(SCALA 1:5.000)



CARTA DELLE PENDENZE

(SCALA 1:5.000)



CARTA DELLE PENDENZE

Scala 1:5.000



Area di studio

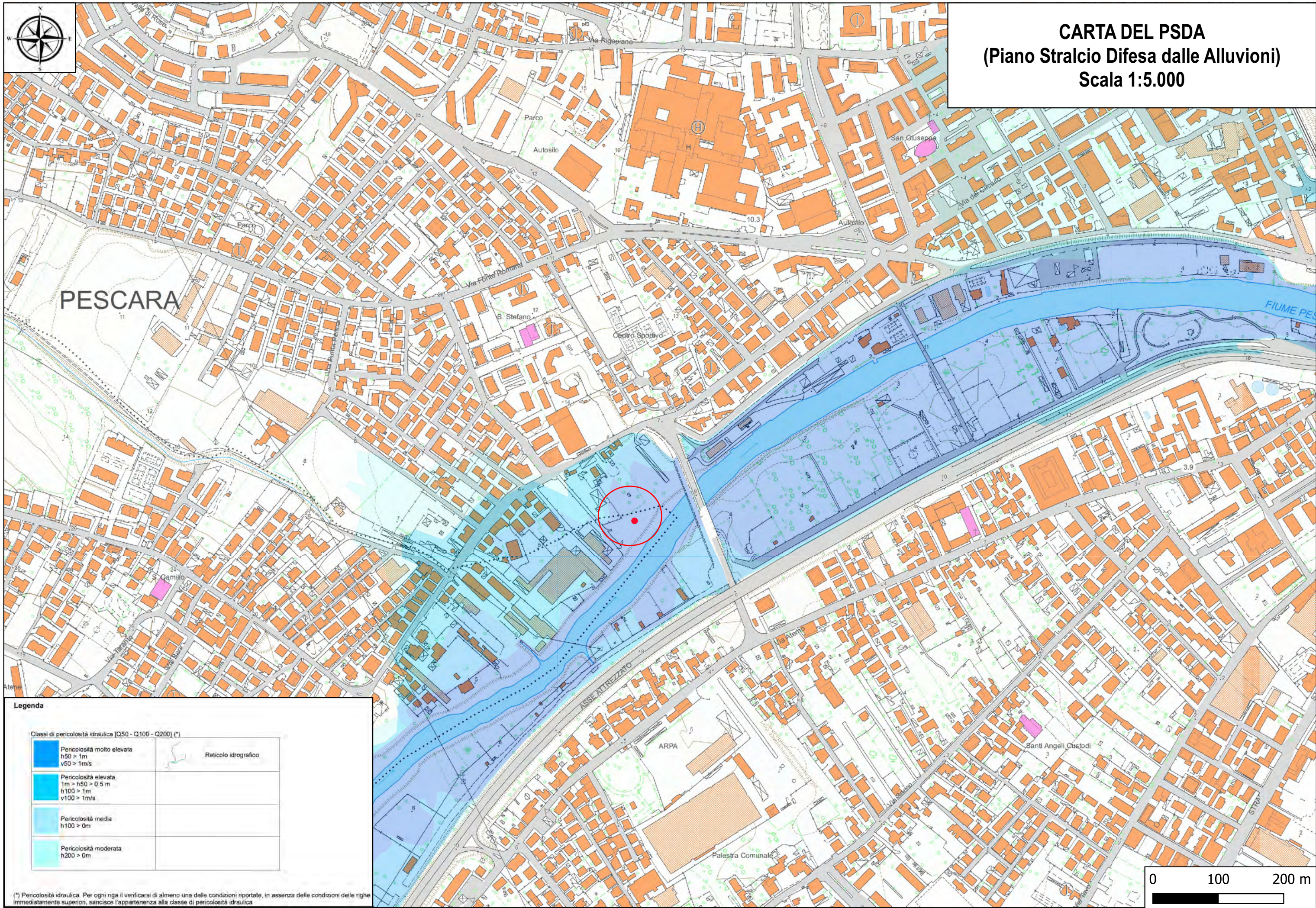
LEGENDA

Valori di pendenze espressi in gradi

- 0° - 5°
- 5.01° - 10°
- 10.01° - 15°
- 15.01° - 30°
- 30.01° - 40°
- 40.01° - 50°
- 50.01° - 60°

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

(PSDA, SCALA 1:10.000)



CARTA DEL PSDA
(Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni)
Scala 1:5.000

PESCARA

Fiume Pescara

Legenda

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s	Reticolo idrografico
Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	
Pericolosità media h100 > 0m	
Pericolosità moderata h200 > 0m	

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica.

CARTA DEL PSDA
(Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni)
Scala 1:5.000

PESCARA

Fiume PESCARA
FIUME PES

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
Pericolosità molto elevata h ₅₀ > 1m v ₅₀ > 1m/s	
Pericolosità elevata 1m > h ₅₀ > 0,5 m h ₁₀₀ > 1m v ₁₀₀ > 1m/s	
Pericolosità media h ₁₀₀ ≥ 0m	
Pericolosità moderata h ₂₀₀ > 0m	
Reticolo idrografico	

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica.

0 100 200 m

CARTA DEL PSDA
(Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni)
Scala 1:5.000

PESCARA






Legenda






Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)






Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s	Reticolo idrografico
Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5m h100 > 1m v100 > 1m/s	
Pericolosità media h100 > 0m	
Pericolosità moderata h200 > 0m	






(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica






0 100 200 m






Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	






Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	






Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	

Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	



Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	

Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	

Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	

Legenda	
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
 Pericolosità molto elevata $h50 > 1m$ $v50 > 1m/s$	 Reticolo idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h50 > 0,5 m$ $h100 > 1m$ $v100 > 1m/s$	
 Pericolosità media $h100 > 0m$	
 Pericolosità moderata $h200 > 0m$	

Legenda

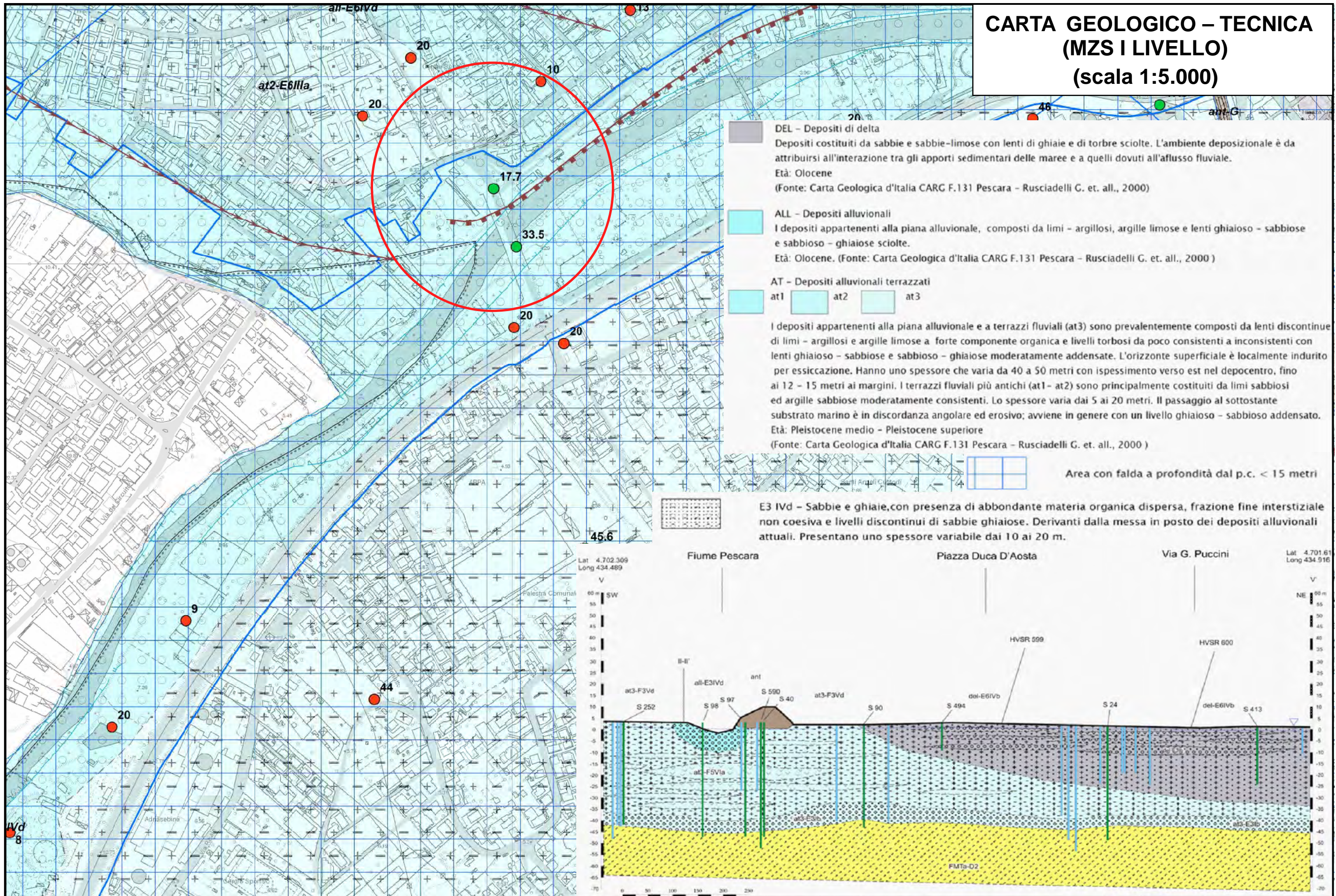
Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)	
	Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s
	Pericolosità elevata 1m > h50 > 0,5 m h100 > 1m v100 > 1m/s
	Pericolosità media h100 > 0m
	Pericolosità moderata h200 > 0m

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica



CARTA GEOLOGICO – TECNICA
(MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

CARTA GEOLOGICO – TECNICA (MZO I LIVELLO) (scala 1:5.000)



STRALCIO DI SEZIONE GEOLOGICO – TECNICA

(MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)

DEL – Depositi di delta
Depositi costituiti da sabbie e sabbie-limose con lenti di ghiaie e di torbe sciolte. L'ambiente deposizionale è da attribuirsi all'interazione tra gli apporti sedimentari delle maree e a quelli dovuti all'afflusso fluviale.
Età: Olocene
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

ALL – Depositi alluvionali
I depositi appartenenti alla piana alluvionale, composti da limi – argillosi, argille limose e lenti ghiaioso – sabbiose e sabbioso – ghiaiose sciolte.
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

AT – Depositi alluvionali terrazzati
at1 at2 at3
I depositi appartenenti alla piana alluvionale e a terrazzi fluviali (at3) sono prevalentemente composti da lenti discontinue di limi – argillosi e argille limose a forte componente organica e livelli torbosi da poco consistenti a inconsistenti con lenti ghiaioso – sabbiose e sabbioso – ghiaiose moderatamente addensate. L'orizzonte superficiale è localmente indurito per essiccazione. Hanno uno spessore che varia da 40 a 50 metri con ispessimento verso est nel depocentro, fino ai 12 – 15 metri ai margini. I terrazzi fluviali più antichi (at1 – at2) sono principalmente costituiti da limi sabbiosi ed argille sabbiose moderatamente consistenti. Lo spessore varia dai 5 ai 20 metri. Il passaggio al sottostante substrato marino è in discordanza angolare ed erosivo; avviene in genere con un livello ghiaioso – sabbioso addensato.
Età: Pleistocene medio – Pleistocene superiore
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

FMTd – Formazione di Mutignano – associazione sabbioso conglomeratica
Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli ghiaiosi e conglomeratici composti da clasti centimetrici, ben sciacquati ed embriciati, in prevalenza calcarei e subordinatamente silicei. Generalmente si presentano stratificati con lievi pendenze, si possono osservare, al loro interno, strutture a laminazione incrociata, stratificazione piano parallela e talora ripples simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. Presenti macrofauna a bivalvi e gasteropodi. Lo spessore varia da 5–10 m fino ad un massimo di 50 m.
Età: Pleistocene inferiore.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

FMTc – Formazione di Mutignano – associazione sabbioso-pelitica
Alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione – addensamento ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. Localmente sono presenti strutture sedimentarie tipo hummocky, laminazione incrociata, a ripples e laminazione piano-parallela. La giacitura è suborizzontale, in leggera discordanza angolare con la formazione sottostante. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi e gasteropodi di ambiente marino e microfauna a nanofossili calcarei. Lo spessore varia da alcune decine ad un massimo di 60–70 m.
Età: Pleistocene inferiore.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

FMTa – Formazione di Mutignano – associazione pelitico-sabbiosa
Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi, il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi oltre a nanofossili calcarei e foraminiferi bentonici che individuano un ambiente di offshore.
Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m.
Età: Pliocene superiore – Pleistocene inferiore.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara – Rusciadelli G. et. all., 2000)

Terreni di copertura



E3 Ib – Ghiaie e sabbie addensate e talvolta cementate con frazione fine interstiziale non coesiva. Si presentano in lenti e livelli sottili, talvolta possono presentare spessore massimo di circa 10 m.



E4 IVa – Depositi sabbioso-ghiaiosi, con saltuaria presenza di clasti di dimensioni maggiori dell'ordine decimetrico. Depositi di versante attuali. Presentano uno spessore variabile dai 5 ai 20 m.



E5 IVb – Sabbie debolmente limoseda poco addensate a sciolte. Sono presenti lenti a prevalente componente fine coesiva. Derivano dalla messa in posto in ambiente tidale e fluvio – deltizio. Lo spessore aumenta verso il mare fino a raggiungere i 25 metri circa.



E6 IIIa – Alternanze di sabbie argillose e sabbie limose poco addensate, con presenza di lenti con clasti di dimensioni maggiori. Deposte in ambiente marino e/o fluvio deltizio si rinvengono nella piana costiera, mentre di origine fluviale costituisce i terrazzi di I e II Ordine. In entrambe i casi lo spessore varia dai 5 ai 20 m.



E6 IVa – Depositi sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi sciolti, con presenza di clasti di dimensioni maggiori. Derivanti dall'alterazione dei sedimenti del substrato. Lo spessore è molto variabile, raggiunge spesso i 10 m e localmente 20 m.



E6 IVb – Depositi sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi debolmente argillosi scarsamente addensati. Si rinvengono lenti di sabbie – ghiaiose e lenti di materiale organico. Depositi in ambiente fluvio-deltizio. Poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie. Lo spessore medio di circa 40 m.



F3Vd – Depositi limoso-argillosi ricchi di materiale organico poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso aumenta la frazione argillosa. Si rinvengono lenti di sabbie ghiaiose generalmente decimetriche mediamente addensate. La porzione superficiale si presenta localmente indurita per essiccazione. Depositi in ambiente fluvio – lacustre, di rotta e di barra, nel depocentro hanno uno spessore di circa 40 m e poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie.



F5 VIa – Torbe ed altre terre fortemente organiche prive di consistenza in lenti o livelli dallo spessore di pochi metri.

SEZIONE GEOLOGICO - TECNICA (Stralcio di sezione geologica - tecnica Microzonazione Sismica di I livello in scala 1:5.000), fuori scala

Unità litotecniche

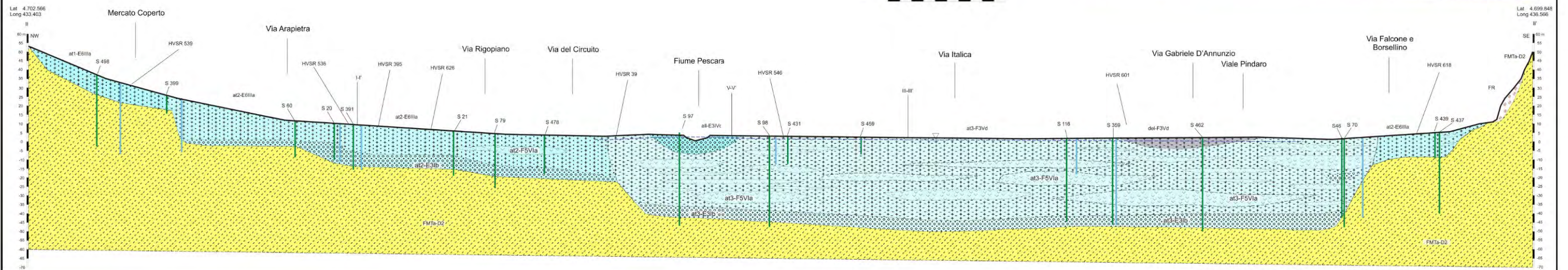
Substrato geologico non rigido



C3 – Alternanze di sabbie, sabbie cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di siltiti grigio-azzurre. Generalmente presenta una stratificazione da media a sottile, con spessore max di 40 cm, a giacitura suborizzontale. La porzione superficiale (0–10 m circa) è spesso interessata da fenomeni di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. Le velocità delle onde sismiche Vs è superiore rispetto alla formazione sottostante e può raggiungere raramente gli 800 m/s.

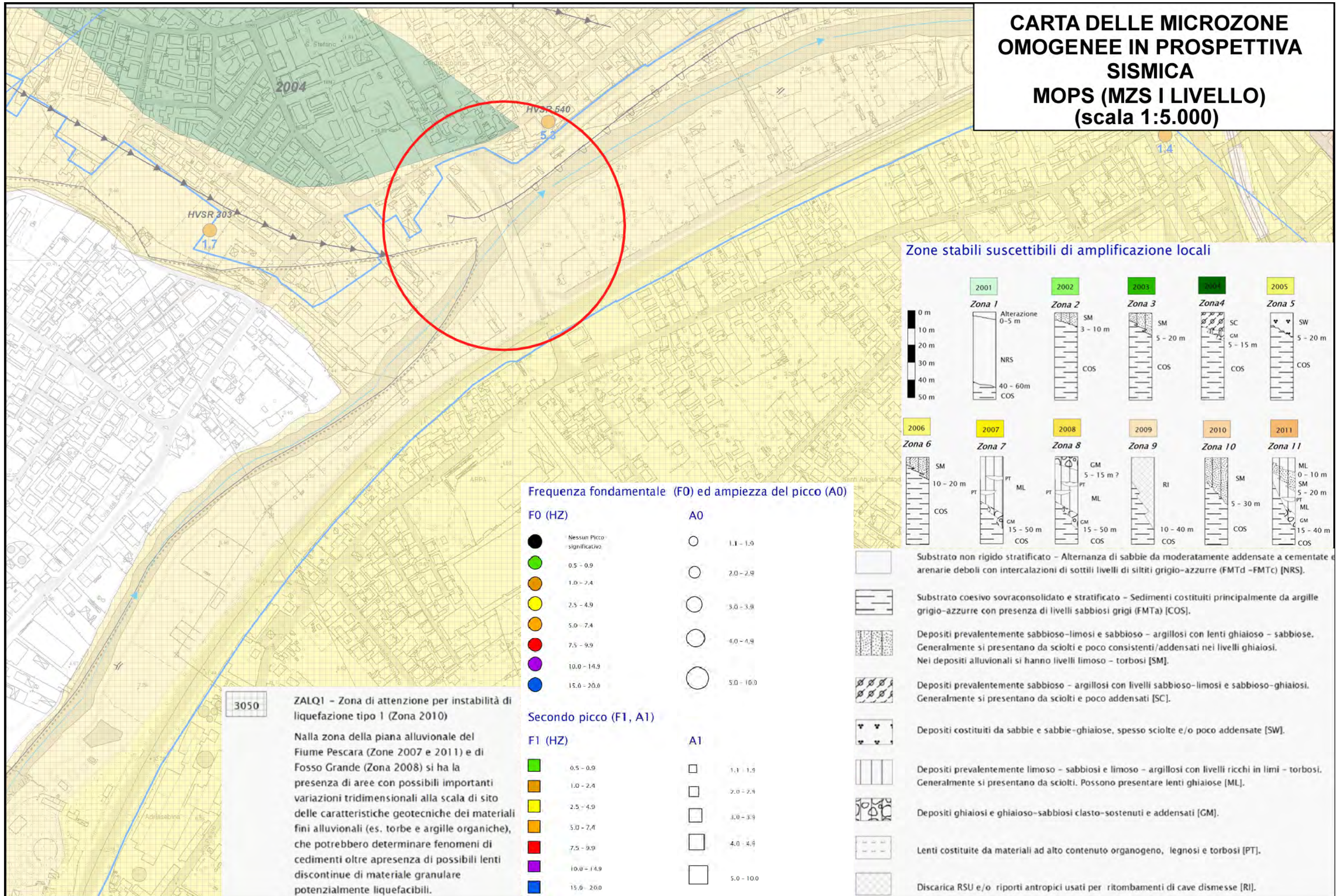


D2 – Peliti costituite principalmente da argille siltose grigio-azzurre con presenza di sottili livelli sabbiosi grigi e giallo-ocra, arrossati per ossidazione. Generalmente la stratificazione è centimetrica, piano-parallela e lenticolare. La porzione superficiale (0–10 m circa) è spesso interessata da fenomeni di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. La velocità delle onde sismiche Vs è sempre inferiore a 800 m/s.

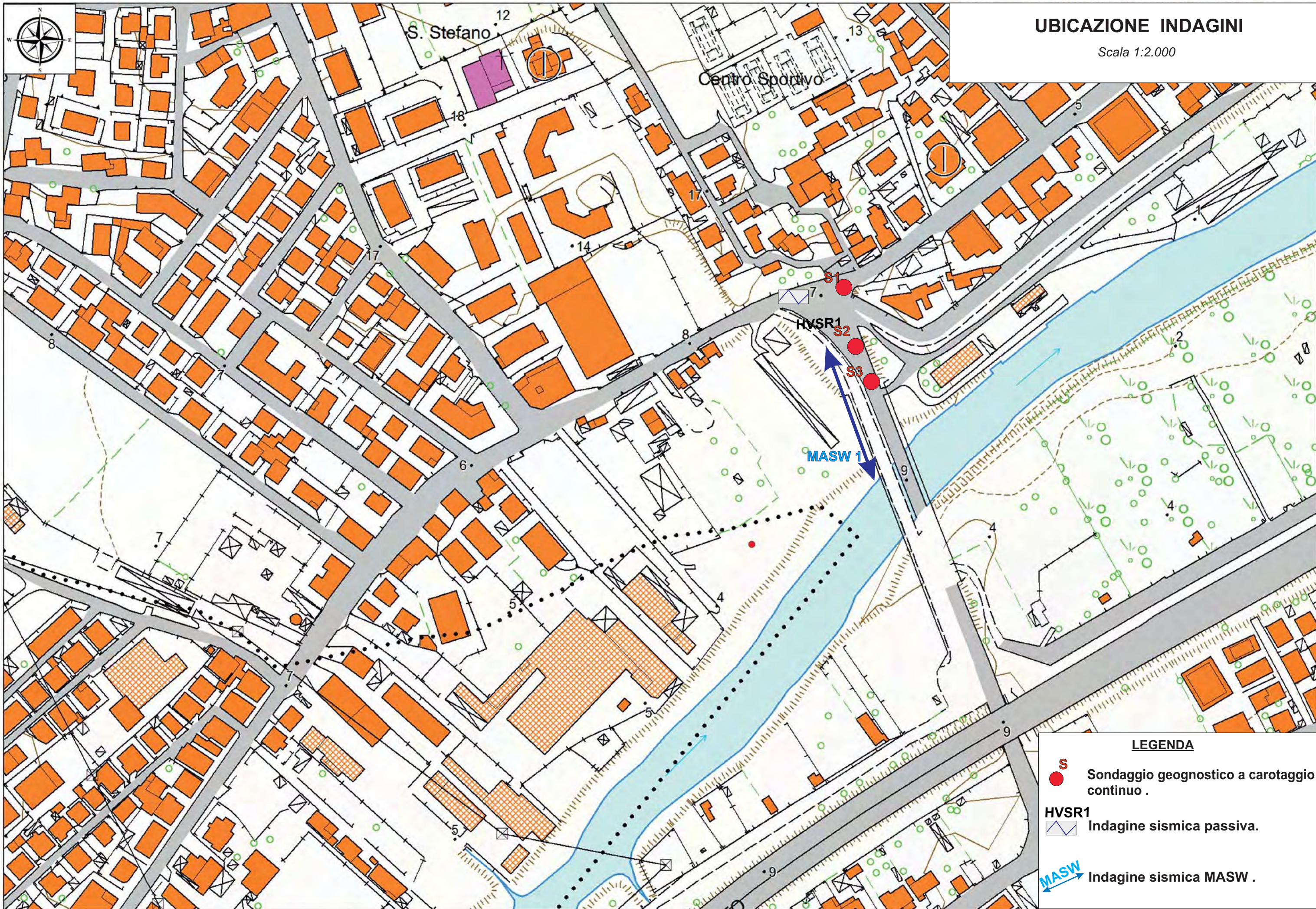


CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS
(MZS I LIVELLO, SCALA 1:5.000)




CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS (MZS I LIVELLO) (scala 1:5.000)







UBICAZIONE INDAGINI




INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DI RIFERIMENTO
NEL MEDESIMO SEDIME DI PROGETTO

		Committente :Studio di Ingegneria CERASOLI Opera :Progetto per il raddoppio del ponte sul fiume Pescara in prossimità di Via Pian delle mele Località :località Villa Fabio				Data inizio: 26.04.2001 Data fine : 26.04.2001 Scala 1:100		Denominazione sondaggio S1		
Geologo: O. MORETTI				Unità: CMV MK 900		Operatore: L. Di Biase			Campionatore: Shelby	
Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Piezometro	Penetrometro tascabile (Kg/cmq)	Campioni	S.P.T. [Z(m)-N]	Rivestimento	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
						2.0 4.0				
0.80	0.80		Terreno vegetale: limo sabbioso marrone							
	5.60		Limo sabbioso marrone mediamente consistente, con resti vegetali sparsi e qualche raro clasto minuto, arrotondato, aumenta la componente limo argillosa tra 4 e 6 m dal p.c.							
	6.40		Alternanza irregolare di limi fini sabbiosi, limi argillosi, teneri, poco consistenti. Sono presenti diffusamente inclusioni di resti organici e vegetali parzialmente carbonizzati. I sedimenti si presentano particolarmente compressibili ed il recupero del campionamento con buone percentuali è possibile solo con manovre corte, 1,5 m in media e operando con delicatezza, basse pressioni e modeste velocità di rotazione.					SPT 1- 7.0 m 3-5-5		
	12.00		Sabbia grossolana e ghiaia calcarea							
	14.00		Ghiaia calcarea eterometrica, normalmente addensata, in abbondante matrice sabbiosa limosa grigia					SPT 2- 15.0 m 7-12-18		
	16.00		Limi argillosi grigi alternati con limi sabbiosi e letti millimetrici di sabbia fine limosa, di media consistenza, rappresentano il substrato dei depositi marini						16.50	
	20.00									

Note: il sondaggio è stato approfondito fino a 22 m dal p.c. per la certezza di avere intercettato la formazione del substrato prealluvionale

		Committente :Studio di Ingegneria CERASOLI				Data inizio: 26.03.2001		Denominazione sondaggio S2					
		Opera :Progetto per il raddoppio del ponte sul fiume Pescara in prossimità di Via Pian delle mele				Data fine : 26.03.2001							
		Località :località Villa Fabio				Scala 1:200							
Geologo: O. MORETTI				Unità: CMV MK 900		Operatore: L. Di Biase			Campionatore: Shelby				
Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Piezometro	Penetrometro tascabile (Kg/cmq)		Campioni	S.P.T. [Z(m)-N]	Rivestimento	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA		
						2.0	4.0						
0.80	0.80		Terreno vegetale: limo sabbioso marrone										
1.90	1.10		Limo sabbioso marrone mediamente consistente, con resti vegetali sparsi e qualche raro clasto minuto, arrotondato									2.00	
	2.50		Argilla limosa di colore grigio, plastica, poco consistente									4.00	
4.40			Ghiaia calcarea eterometrica, diam. max 30-40 mm, normalmente addensata, in scarsa matrice sabbiosa limosa marrone									6.00	
	2.50		Ghiaia calcarea eterometrica, normalmente addensata, in abbondante matrice sabbiosa limosa grigia									8.00	
6.90	1.70		Alternanza irregolare di limi fini sabbiosi, limi argillosi, teneri, poco consistenti. Sono presenti diffusamente inclusioni di resti organici e vegetali parzialmente carbonizzati. I sedimenti si presentano particolarmente compressibili ed il recupero del campionamento con buone percentuali è possibile solo con manovre corte, 1,5 m in media e operando con delicatezza, basse pressioni e modeste velocità di rotazione.									10.00	
8.60													12.00
	6.40												14.00
15.00													16.00
	2.70		Limi argillosi e limi sabbiosi di media consistenza, di colore marrone con screziature grigiastre. Sono presenti inclusioni diffuse di ghiaietto minuto, diam 10-20 mm, nella parte inferiore.									18.00	
17.70		Limi argillosi grigi alternati con limi sabbiosi e letti millimetrici di sabbia fine limosa, di media consistenza, rappresentano il substrato dei depositi marini								20.00			
											22.00		
											24.00		
											26.00		
											28.00		
											30.00		
											32.00		
											34.00		
											36.00		
											38.00		
40.00												40.00	

Note

<div></div>		Committente :Studio di Ingegneria CERASOLI				Data inizio: 23.03.2001		Denominazione sondaggio S3			
		Opera :Progetto per il raddoppio del ponte sul fiume Pescara in prossimità di Via Pian delle mele				Data fine : 23.03.2001					
		Località :località Villa Fabio				Scala 1:200					
Geologo: O. MORETTI				Unità: CMV MK 900		Operatore: L. Di Biase		Campionatore: Shelby			
Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Piezometro	Penetrometro tascabile (Kg/cmq)		Campioni	S.P.T. [Z(m)-N]	Rivestimento	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
						2.0	4.0				
	2.00		Limo sabbioso marrone, con ghiaia								
2.00			Limo sabbioso e sabbie limose grigie, poco consistenti.								
	2.50								SPT 1- 4.0 m 1-3-5		
4.50			Ghiaia calcarea eterometrica ,normalmente addensata, in matrice sabbiosa.								
	3.20										
7.70			Alternanza irregolare di limi fini sabbiosi, limi argillosi, teneri, poco consistrenti. Sono presenti diffusamente inclusioni di resti organici e vegetali.						SPT 2- 8.0 m 5-9-11		
	2.60										
10.30			Ghiaia calcarea eterometrica in matrice sabbiosa.								
11.00											
	0.70										
	2.50		Alternanza irregolare di limi fini sabbiosi, limi argillosi, teneri, poco consistenti.								
13.50											
14.40			Ghiaia calcarea eterometrica.								
	0.90										
			Argilla limosa di media consistenza,di colore marrone con screziature grigiastre. Sono presenti inclusioni di ghiaietto minuto.								
	5.60										
20.00											
			Limi argillosi grigi alternati con limi sabbiosi e letti millimetrici di sabbia fine limosa, di media consistenza, rappresentano il substrato dei depositi marini								
	20.00										
40.00											

Note

CURVE GRANULOMETRICHE DI RIFERIMENTO

DATA: 10/7/2008

Certificato: 1530708

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Comune di Pescara

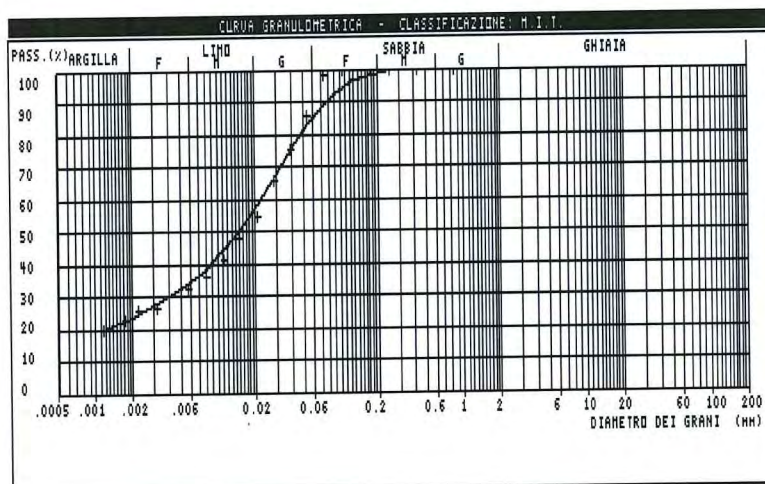
CANTIERE : Costruzione Ponte Nuovo

Sondaggio: 2

Campione: 1

Profondità da mt: 15.50 a mt: 16.00

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 15 %
Limo.....: 61 %
Argilla.....: 24 %
Diam. 60%: 0.0225 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo Argilloso Sabbioso (M.I.T.)

DATA: 10/7/2008

Certificato: 1550708

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Comune di Pescara

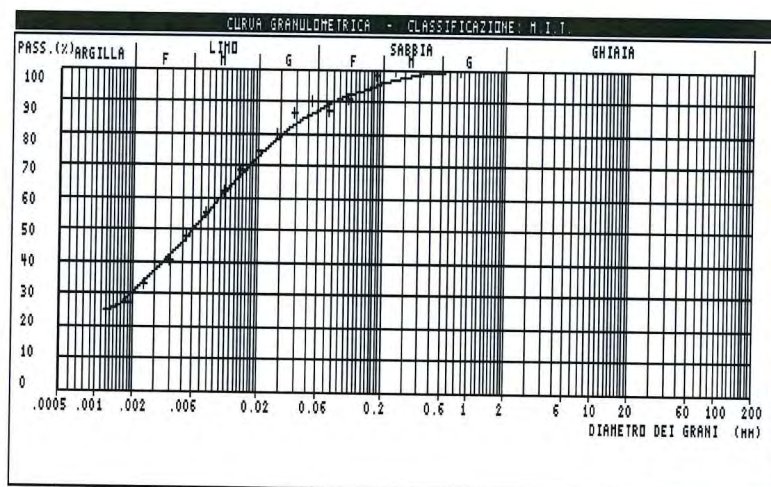
CANTIERE : Costruzione Ponte Nuovo

Sondaggio: 3

Campione: 1

Profondità da mt: 8.70 a mt: 9.20

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 13 %
Limo.....: 57 %
Argilla.....: 30 %
Diam. 60%: 0.0099 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Limo con Argilla Sabbioso (M.I.T.)

DATA: 10/7/2008

Certificato: 1560708

G E A

LABORATORIO GEOTECNICO

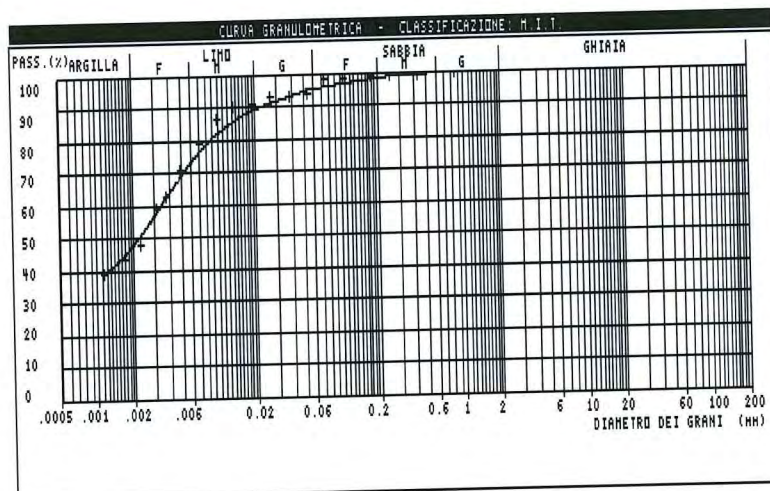
Via Cagliari 3, 65010 Villa Raspa di Spoltore, Tel. 085/4155618

COMMITTENTE: Comune di Pescara

CANTIERE : Costruzione Ponte Nuovo

Sondaggio: 3 Campione: 2 Profondità da mt: 325.0 a mt: 33.50

ANALISI GRANULOMETRICA



Ghiaia.....: 0 %
Sabbia.....: 5 %
Limo.....: 47 %
Argilla.....: 48 %
Diam. 60%: 0.0033 mm.
Diam. 10%: _____ mm.
Coefficiente di uniformità (U): _____

CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA

Argilla con Limo deb. Sabbiosa (M.I.T.)

INDAGINE GEOFISICA

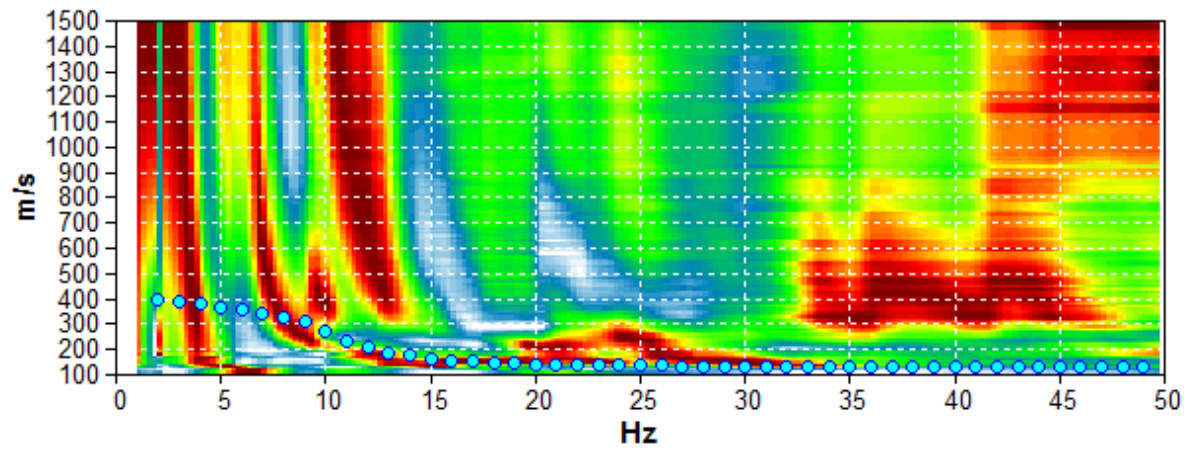
CAPACCHIETTI

Inizio registrazione: 21/10/22 14:52:06 Fine registrazione: 21/10/22 14:59:05
Durata registrazione: 0h00'02".
Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ;
B19 ; B20 ; B21

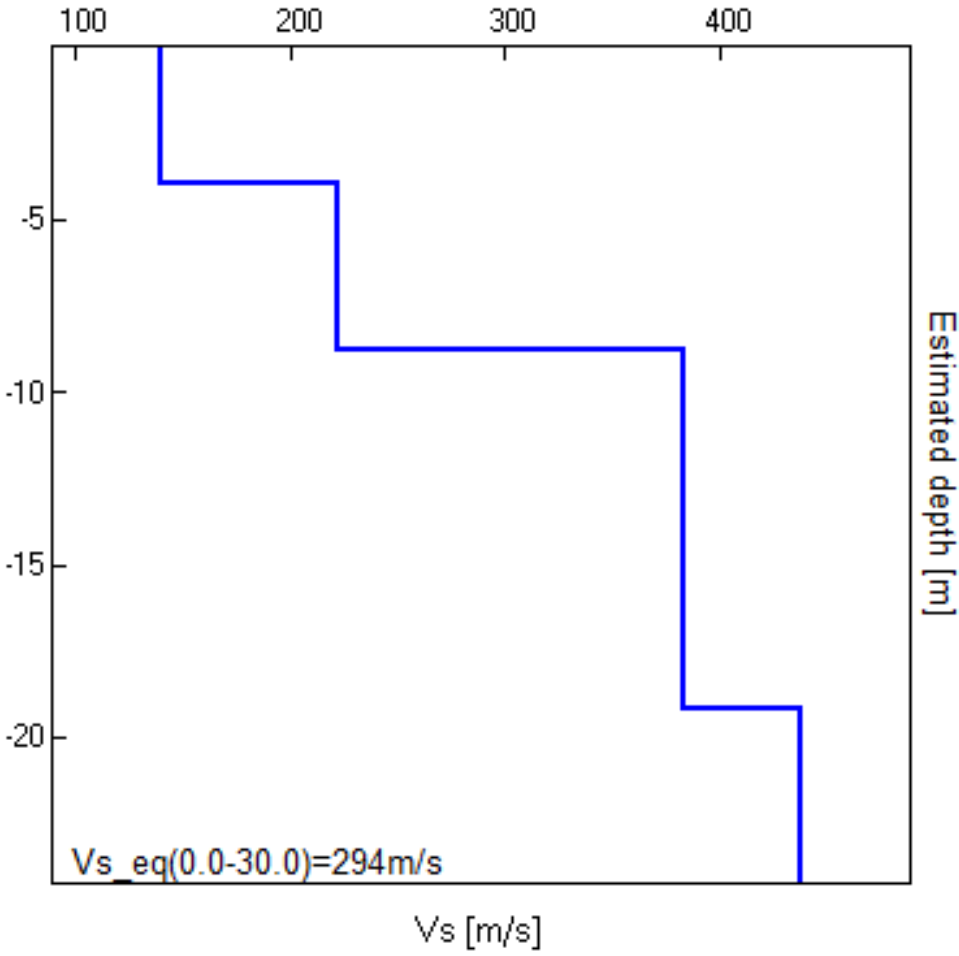
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0
38.0 40.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	139	0.42
8.80	4.80	222	0.42
19.20	10.40	383	0.42
inf.	inf.	438	0.42

Vs_eq(0.0-30.0)=294m/s



PESCARA, HVSR

Strumento: TE3-0088/01-14

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 17/10/18 16:40:43 Fine registrazione: 17/10/18 17:10:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h30'00".

Analizzato 99% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

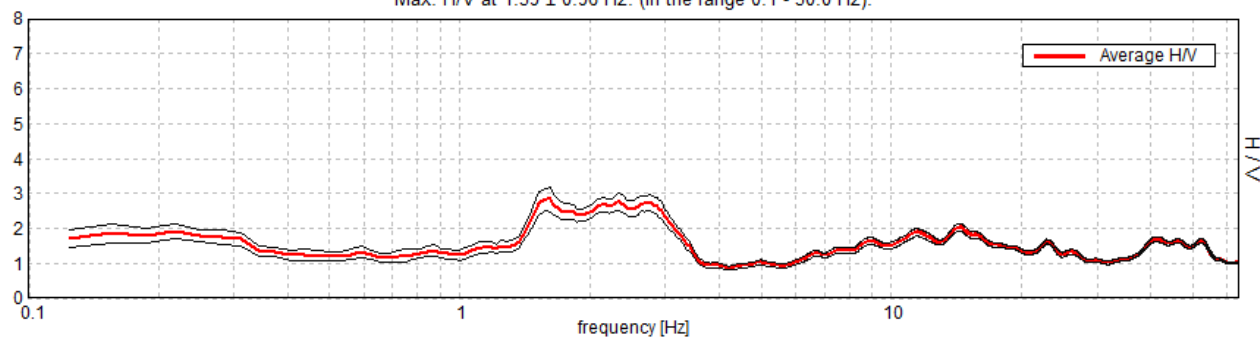
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

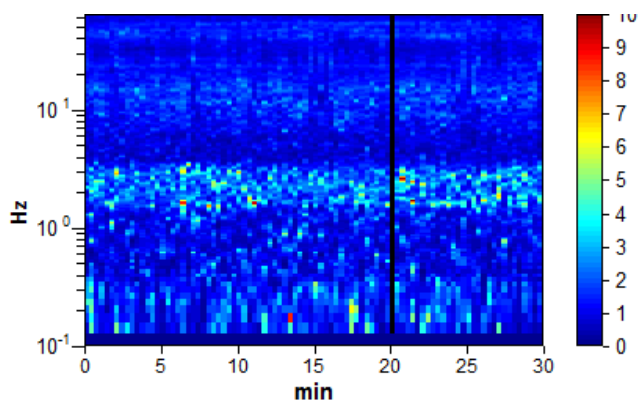
Lisciamento: 5%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

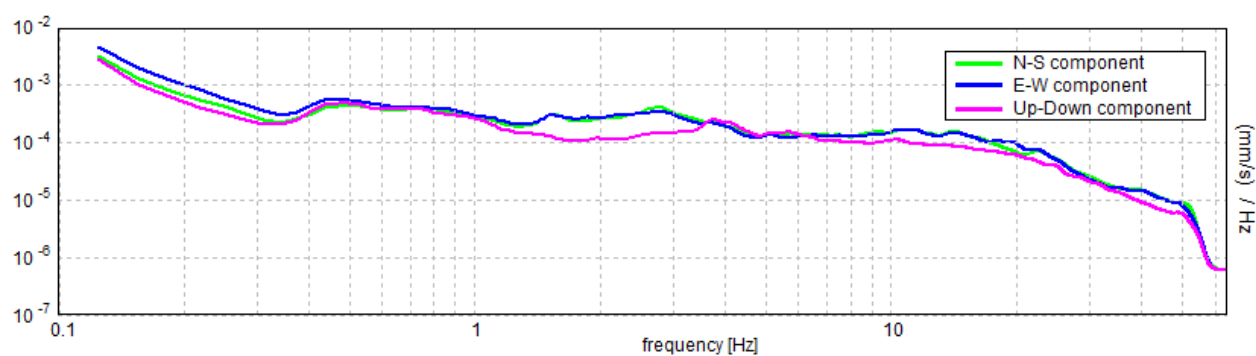
Max. H/V at 1.59 ± 0.96 Hz. (In the range 0.1 - 30.0 Hz).



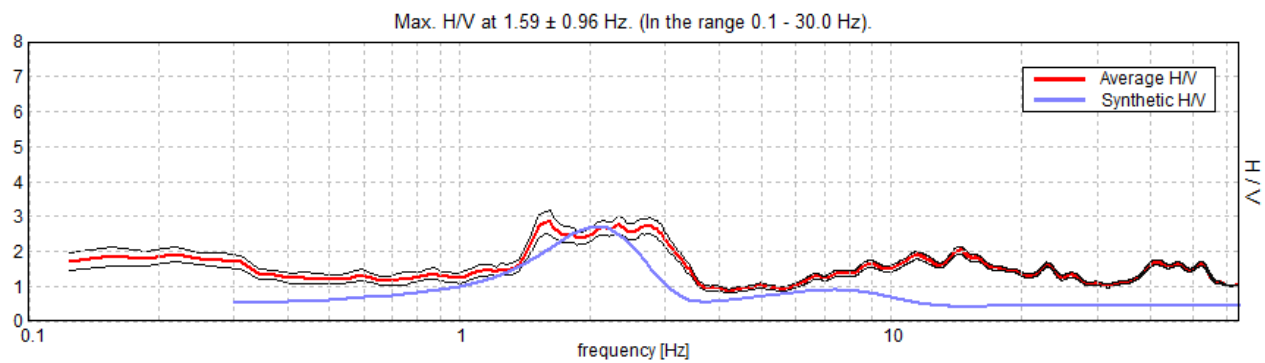
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

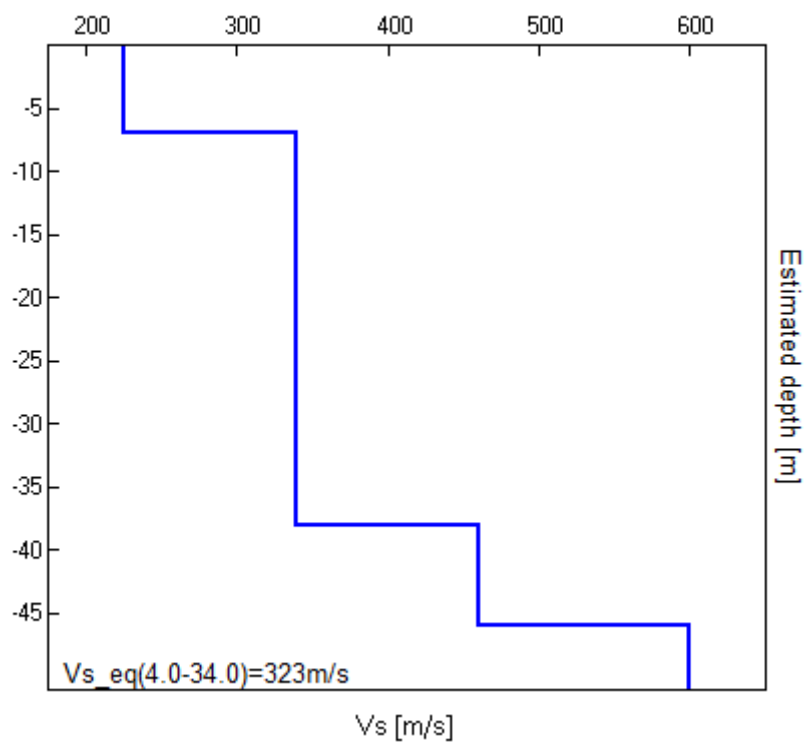


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
7.00	7.00	225	0.42
38.00	31.00	340	0.42
46.00	8.00	460	0.42
inf.	inf.	600	0.42

$Vs_{eq}(4.0-38.0)=323\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 1.59 ± 0.96 Hz (nell'intervallo 0.1 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2836.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 78	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

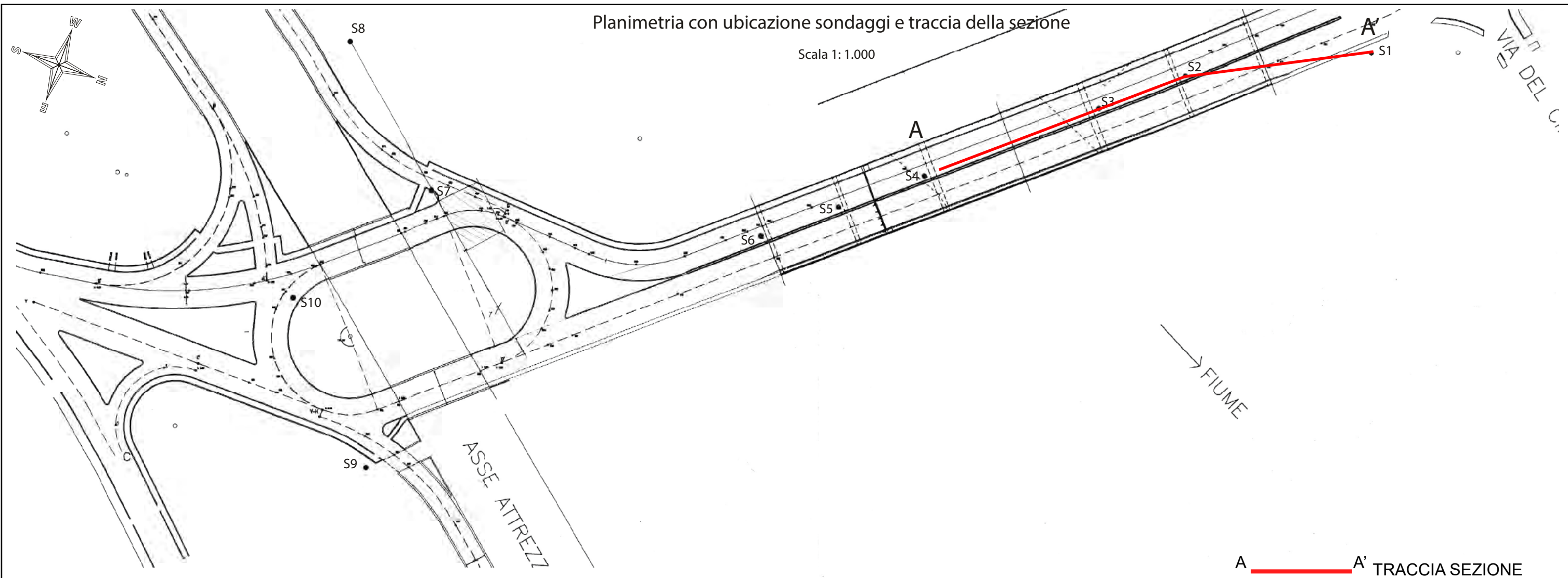
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.83 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.60373 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.96219 < 0.15938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3215 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Scala orizzontale 1: 1.000
Scala verticale 1: 500

