

Accordo con Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure  
Occidentale e Comune di Genova del 14/10/2021

SVINCOLO DI PEGLI

ADEGUAMENTO VIABILITA' DI COLLEGAMENTO CON S.S.1

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOLOGIA

RELAZIONE GEOLOGICA

IL GEOLOGO  Dott. Enrico Maranini Ord. Geol. Emilia Romagna N. 1056  Responsabile Geologia	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059	IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Piero Bongio Ord. Ingg. Sondrio N. A538  T.A. - Geologia e Geotecnica
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
100004	LL02	FT	DG	GEO	00000	00000	R	GEO	0001	0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059						n.	data
	REDATTO:		VERIFICATO:				0	MAGGIO 2022

	VISTO DEL COMMITTENTE    IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Luciano Bertilone	VISTO DEL CONCEDENTE    <b>Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili</b> <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	---	---



## Sommario

<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INQUADRAMENTO NORMATIVO</b> .....	<b>4</b>
<b>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3 INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....	<b>8</b>
<b>4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>11</b>
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	11
4.2 ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE .....	12
4.2.1 <i>Cartografia geologica CARG</i> .....	12
4.2.2 <i>Cartografia geologica del Comune di Genova</i> .....	14
4.2.3 <i>Ricostruzione stratigrafica dai dati geognostici bibliografici</i> .....	15
4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	18
4.4 COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA CON CARTOGRAFIE DI ENTI ED ISTITUZIONI.....	20
4.4.1 <i>Verifica delle criticità geomorfologiche con la cartografia dell'Autorità di Bacino del Torrente Varenna e Ambiti 12-13</i> .....	20
4.4.2 <i>Verifica delle criticità geomorfologiche con la cartografia del progetto IFFI</i> .....	25
4.4.3 <i>Verifica delle criticità geologiche con la cartografia delle Pietre Verdi (Regione Liguria)</i> .....	26
4.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	28
4.5.1 <i>Reticolo idrografico dell'area e dati climatici</i> .....	29
<b>5 INQUADRAMENTO SISMICO</b> .....	<b>30</b>
5.1.1 <i>Sismicità Storica (dal 1000 al 2021)</i> .....	30
5.1.2 <i>Faglie capaci</i> .....	32
5.1.3 <i>Sorgenti sismogenetiche</i> .....	33
5.1.4 <i>Classificazione Sismica</i> .....	34
5.1.5 <i>Caratteristiche sismiche del sito</i> .....	36
5.2 MICROZONAZIONE SISMICA .....	38
<b>6 CONCLUSIONI</b> .....	<b>40</b>
<b>7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>41</b>

### ALLEGATI

- Cartografia geologica bibliografica – 1:10'000
- Planimetria di ubicazione indagini - Scala 1:2'000

## LISTA DELLE FIGURE

FIGURA 2.1:	AREA DI INTERVENTO (IMMAGINE DA GOOGLE EARTH) .....	5
FIGURA 2.2:	AREA DI INTERVENTO (DA CTR REGIONALE SCALA 1:10000) .....	6
FIGURA 2.3:	STRALCIO PLANIMETRICO PROGETTUALE .....	6
FIGURA 2.4:	PROFILO LONGITUDINALE DI PROGETTO.....	7
FIGURA 3.1.	STRALCIO DI PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI DAL DATABASE REGIONALE – ZONA CASELLO GE-PEGLI – VIA REGGIO	8
FIGURA 3.2.	STRALCIO DI PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI DEL DATABASE REGIONALE – ZONA “CARMAGNANI” .....	9
FIGURA 3.3.	STRALCIO DI PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI DEL DATABASE REGIONALE – ZONA VIA PACORET-VIA RONCHI .	9
FIGURA 3.4.	TRACCIA DEL MICROTUNNEL DI COLLEGAMENTO PORTO PETROLI MULTEDO – DEPOSITO ENI FONDEGA .....	10
FIGURA 3.5.	SEZIONE GEOLOGICA IN ASSE MICROTUNNEL DI COLLEGAMENTO PORTO PETROLI MULTEDO – DEPOSITO ENI FONDEGA .....	10
FIGURA 4.1.	SCHEMA TETTONICO DELL'AREA GENOVESE (CAPPONI E CRISPINI, 2008; SCALA GRAFICA) .....	12
FIGURA 4.2.	CARTA GEOLOGICA DELL'AREA VASTA (DA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50000) E RELATIVA LEGENDA. AREA PROGETTO CERCHIATA IN ROSSO .....	13
FIGURA 4.3.	CARTA GEOLOGICA DELL'AREA DA PUC. DEL COMUNE DI GENOVA (AREA DI PROGETTO CERCHIATA IN ROSSO) .....	15
FIGURA 4.4.	TIPOLOGIA E PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO IN ZONA CASELLO AUTOSTRADALE; CERCHIATO IN AZZURRO SUBSTRATO PREVALENTEMENTE DI CALCESCISTI DELLA VAL BRANEGA. NUMERI BLU INDICANO LA PROFONDITÀ DEL LIVELLO DI FALDA .....	16
FIGURA 4.5.	TIPOLOGIA E PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO IN ZONA AZIENDA CARMIGNANI. ....	17
FIGURA 4.6.	TIPOLOGIA E PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO NELLA ZONA MERIDIONALE DELL'AREA DI PROGETTO .....	18
FIGURA 4-7 -	BACINO DEL TORRENTE VARENNA .....	19
FIGURA 4.8.	ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DA PUC. DEL COMUNE DI GENOVA (2014) E RELATIVA LEGENDA. AREA DI PROGETTO EVIDENZIATA IN RETTANGOLO ROSSO .....	20
FIGURA 4.9.	ESTRATTO DELLA CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO DEL T. VARENNA.....	21
FIGURA 4.10.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO GEOLOGICO DEL T. VARENNA (A) E AMBITI 12-13 (B) .....	22
FIGURA 4.11.	ESTRATTO DELLA CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO DEGLI AMBITI 12-13 .....	23
FIGURA 4.12.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO GEOLOGICO DEGLI AMBITI 12-13.....	23
FIGURA 4.13.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLA FRANOSITÀ DEL PdB DEGLI AMBITI 12-13 (2022) .....	24
FIGURA 4.14.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLE AREE INONDABILI E STORICAMENTE INONDATE (PdB T. VARENNA, 2017) .....	24
FIGURA 4.15.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLE AREE INONDABILI E STORICAMENTE INONDATE (PdB AMBITI 12 E 13, 2022) .....	25
FIGURA 4.16.	ESTRATTO DELLA CARTA DELLA FRANOSITÀ (IFFI, 2017) .....	26
FIGURA 4.17.	ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA PIETRE VERDI (REGIONE LIGURIA, 2017) .....	27
FIGURA 4.18.	PERMEABILITÀ DELL'AREA DI PROGETTO DA PUC GENOVA (2014) (AREA DI PROGETTO EVIDENZIATA DA RETTANGOLO ROSSO)	28
FIGURA 4.19:	IDROGRAFIA DELL'AREA DI PROGETTO (AREA DI PROGETTO CERCHIATA IN ROSSO).....	29
FIGURA 5.1.	MAGNITUDO DEI TERREMOTI IN LIGURIA ESTRATTI DAL CPTI15.....	30
FIGURA 5.2.	INTENSITÀ MASSIMA RISENTITA DEI TERREMOTI IN UN RAGGIO PARI A 40 KM DAL SITO, ESTRATTI DAL CPTI15 .....	31
FIGURA 5.3.	INTENSITÀ MASSIME DEI TERREMOTI RISENTITI A GENOVA, ESTRATTE DAL CPTI15 .....	31
FIGURA 5.4.	MAPPA DELLE FAGLIE CAPACI NELL'INTORNO DELL'AREA DI PROGETTO (SGI-ISPRA, 2020) .....	32
FIGURA 5.5.	MAPPA DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE NELL'AREA DEL MAR LIGURE (DISS WORKING GROUP, 2018) .....	33
FIGURA 5.6:	MAPPA CLASSIFICAZIONE SISMICA SUL TERRITORIO ITALIANO (AREA DI PROGETTO INDICATA DA SIMBOLO COLORE BLU) .....	35
FIGURA 5.7:	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA (DA WWW.REGIONE.LIGURIA.IT) .....	36
FIGURA 5.8:	ANALISI DI DISAGGREGAZIONE DI A(G) CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DEL 10% IN 50 ANNI – TR 1000 ANNI, SECONDO LA MAPPA INTERATTIVA DI PERICOLOSITÀ SISMICA PER L'AREA DI INTERESSE (INGV, 2022 – MPS04-S1) .....	37
FIGURA 5.9.	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA” ASSOCIATA AL PUC DEL COMUNE DI GENOVA .....	39

---

## PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta a corredo del progetto della nuova viabilità che collega l'area esterna al casello autostradale di Pegli con la Via Aurelia.

Scopo della relazione è l'analisi delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche della zona di interesse progettuale secondo quanto previsto dalla normativa vigente, a livello di studio di fattibilità, al fine di valutare, in via preliminare, la compatibilità dell'opera con le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche del sito.

Nei riguardi dell'inquadramento geologico e geomorfologico il lavoro definisce l'assetto strutturale e litostratigrafico, la morfologia evolutiva del territorio e la verifica degli elementi di rischio esistenti, soprattutto in relazione agli strumenti di pianificazione emessi dagli Enti competenti.

E' inoltre trattato un inquadramento sismico dell'area, con i richiami alla normativa vigente.

Nelle successive fasi progettuali saranno necessari ulteriori approfondimenti specialistici, al fine di ottenere un quadro descrittivo delle problematiche esauriente e definitivo.

## 1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Lo studio è stato realizzato nel rispetto e in ottemperanza alla normativa vigente, ed elencata di seguito.

- Legge 464/84. Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico (Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT) della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.
- Decreto Ministeriale 14 maggio 1996. Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2008). NTC 2008: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2018). NTC 2018: Norme Tecniche delle Costruzioni
- Ministero delle Infrastrutture e degli Interni (2019). Circolare n.7 C.S.LL.PP: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2003). Ordinanza OPCM 3274/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2006). Ordinanza OPCM 3519/2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Presidenza della Repubblica (2001). DPR 380/2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Regione Liguria (2017). DGR 216/2017. Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.
- Regione Liguria (2018). DGR 962/2018. Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.
- Regione Liguria (2010). DGR 471/2010. Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della l.r. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale
- Regione Liguria (2011). DGR 714/2011. Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della l.r. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR n.471/2010

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di intervento è ubicata nel quartiere genovese di Pegli Multedo, in corrispondenza dello svincolo autostradale di Pegli sito lungo l'Autostrada A10 Genova - Ventimiglia.

In particolare, il tracciato stradale si snoda dall'uscita dello svincolo, ad una quota di circa 23m s.l.m, alla strada statale Aurelia SS1, ad una quota di circa 6m, in prossimità del ponte sul Torrente Varenna (Figure 3.1 e 3.2).



Figura 2.1: Area di Intervento (immagine da Google Earth)

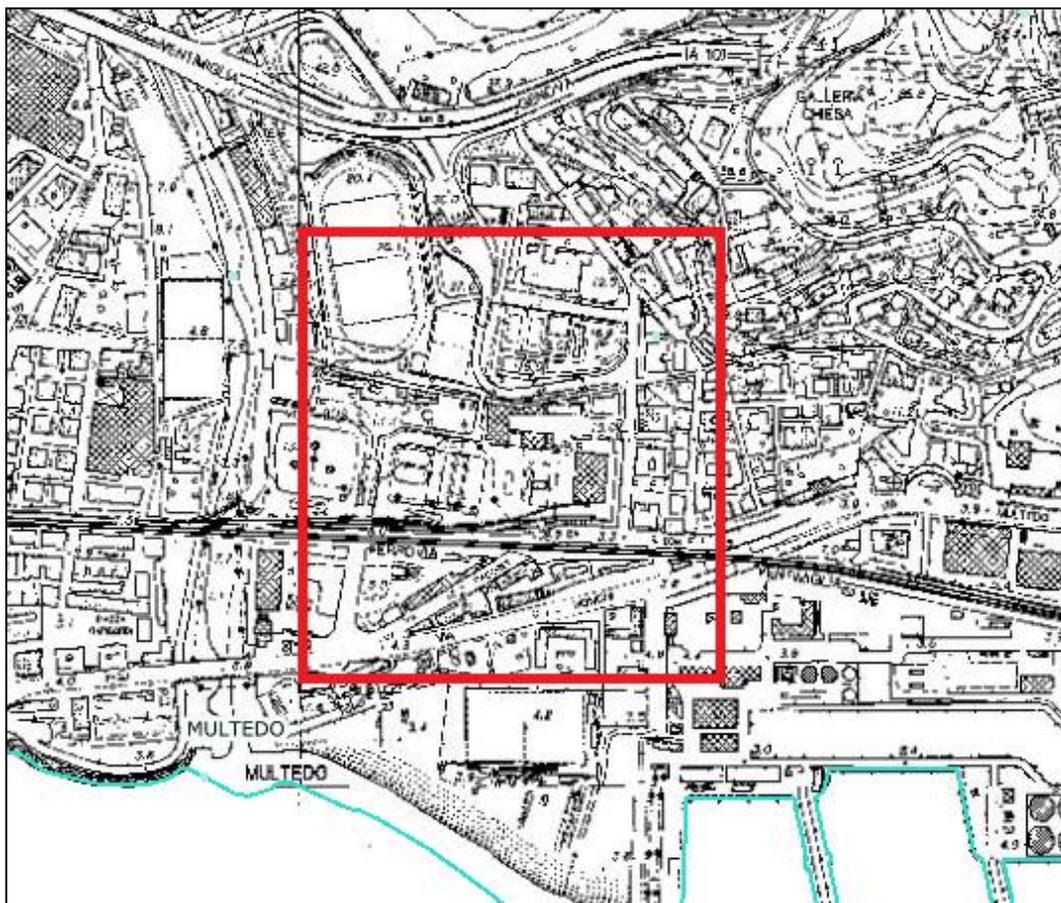


Figura 2.2: Area di Intervento (da CTR regionale scala 1:10000)

La presente relazione geologica è stata redatta a corredo del progetto della nuova viabilità che, mediante un tratto a cielo aperto ed uno in galleria, collega l'area esterna al casello autostradale di Pegli con la Via Aurelia, laddove è prevista la realizzazione di una rotonda.

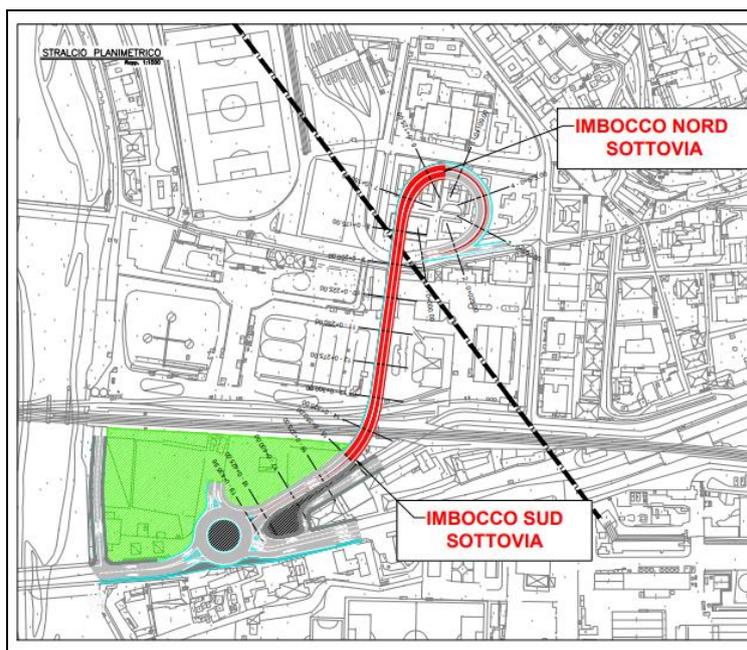


Figura 2.3: Stralcio planimetrico progettuale

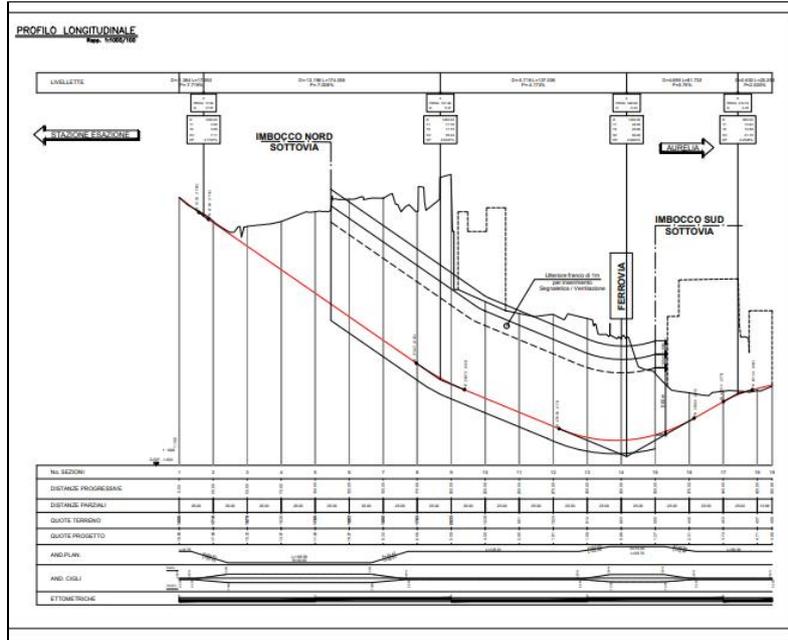


Figura 2.4: Profilo longitudinale di progetto

### 3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per definire in via preliminare l'assetto geologico, stratigrafico e idrogeologico dell'area in esame, in questa fase sono state analizzate le indagini bibliografiche reperibili presso enti e letteratura, rimandando alle successive fasi progettuali alla realizzazione di indagini geognostiche di progetto, peraltro già previste e predisposte, in accordo alla normativa.

Più in dettaglio sono state prese a riferimento:

- stratigrafie dei sondaggi del database della Regione Liguria (Repertorio Cartografico del Geoportale Regione Liguria: <https://svcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>);
- dati contenuti in una pubblicazione riguardante la realizzazione del microtunnel di collegamento del nuovo fascio tubiero di collegamento tra il porto petrolio di Genova Mulledo ed il deposito ENI 'Fondegà' di Pegli (Olcese et al., 2005).

#### **Indagini del geoportale della regione liguria**

Le figure successive mostrano la localizzazione dei sondaggi contenuti nel database regionale e ricadenti nei pressi dell'area di progetto.

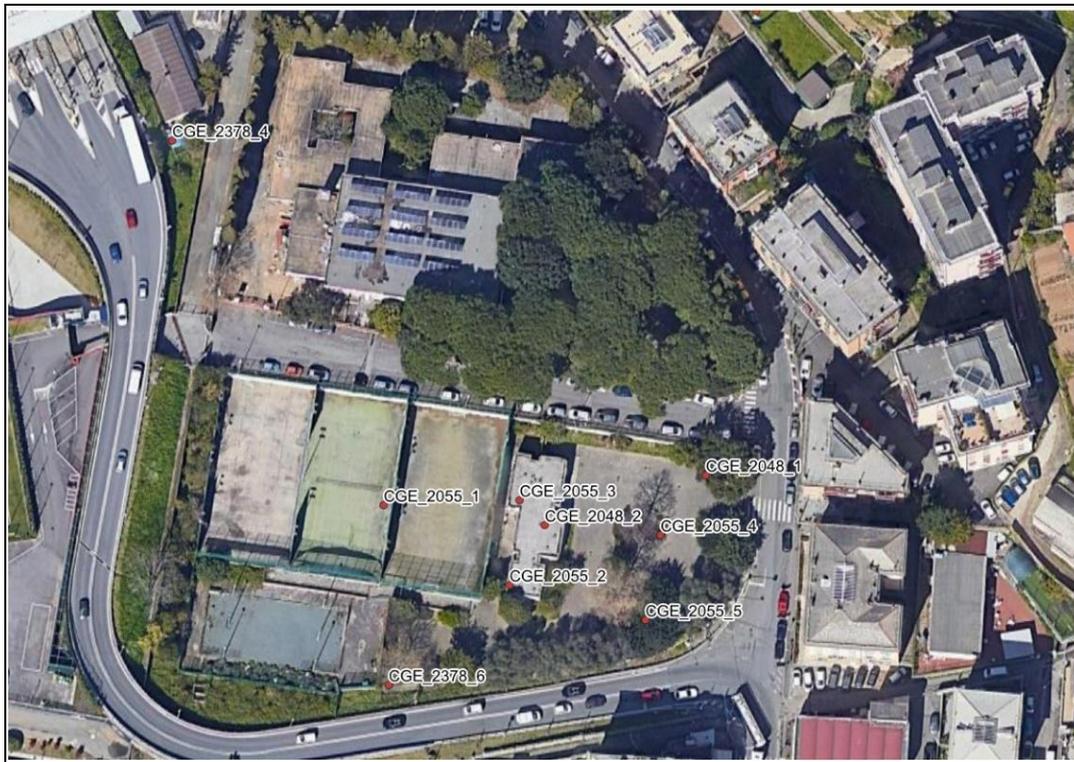


Figura 3.1. Stralcio di planimetria con ubicazione delle indagini dal database regionale – zona Casello Ge-Pegli – Via Reggio

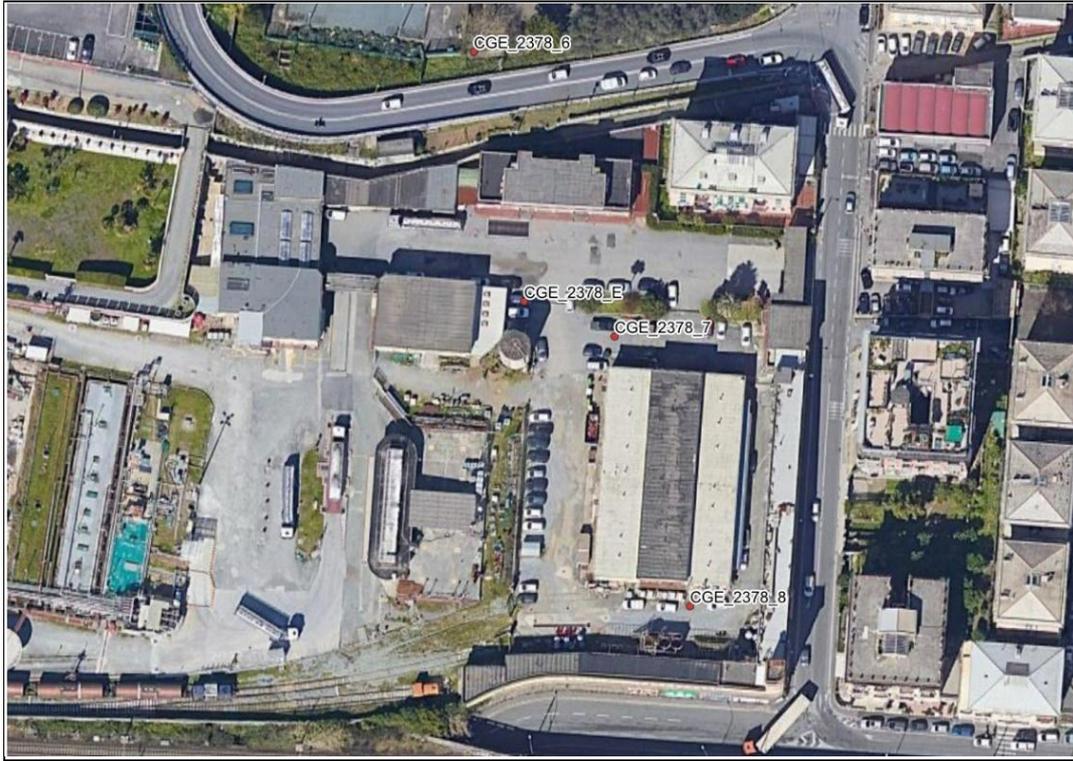


Figura 3.2. Stralcio di planimetria con ubicazione delle indagini del database regionale – zona “Carmagnani”



Figura 3.3. Stralcio di planimetria con ubicazione delle indagini del database regionale – zona Via Pacoret-Via Ronchi

**Dati del microtunnel di collegamento tra il porto petrolio di Genova Multedo ed il deposito ENI 'Fondegas' di Pegli**

Il tratto intermedio dell'area progettuale è attraversato da un fascio tubiero di collegamento tra il Porto Petroli di Genova Multedo ed il Deposito ENI Fondegas di Genova Pegli, realizzato mediante un microtunnel di 1500 m, le cui caratteristiche sono pubblicate in letteratura (Olcese et al.,2005).

La Figura 3.4 mostra la traccia del tunnel.

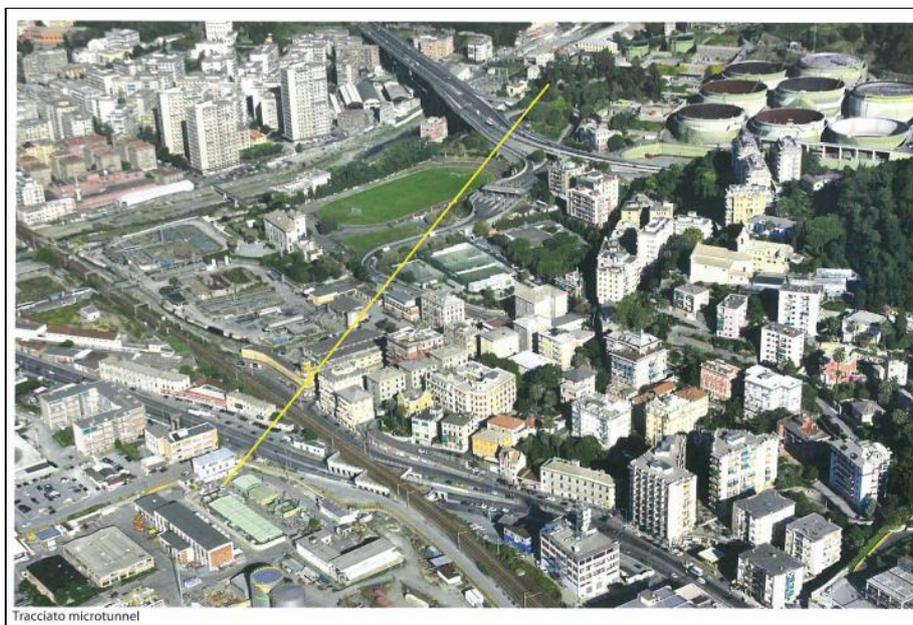


Figura 3.4. Traccia del microtunnel di collegamento porto petroli Multedo – deposito ENI Fondegas

Nella suddetta pubblicazione di riferimento è stata definita una sezione geologica in asse galleria, oltre a una serie di dati caratteristici dei terreni attraversati.

Non sono peraltro indicate le indagini utilizzate per la redazione dello studio.

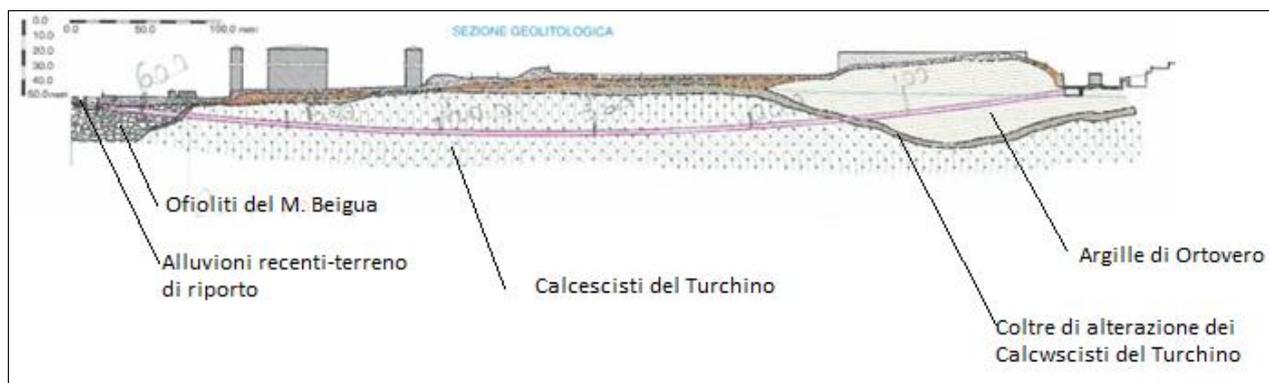


Figura 3.5. Sezione geologica in asse microtunnel di collegamento porto petroli Multedo – deposito ENI Fondegas

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Per l'inquadramento delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, sono stati consultati i seguenti riferimenti:

- Carta geologica CARG Foglio 213-230 Genova e Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (ISPRA-SGI, 2008 e Capponi & Crispini, 2008);
- Atlante Cartografico Geologico del Territorio del Comune di Genova alla scala 1:10'000 (Comune di Genova-Regione Liguria AMGA, 1998)
- Cartografia tematica (Scala 1:10.000) associata al PdB del Torrente Varenna (Autorità di Bacino Regionale, 2017) e degli Ambiti 12-13 (Autorità di Bacino, 2022), in particolare:
  - Carta Litologica.
  - Carta del rischio geologico;
  - Carta della Franosità Reale;
  - Carta della Suscettività al Dissesto;
  - Carta Idrogeologica.

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area in esame si inserisce in un settore di grande complessità strutturale che rappresenta un'area di transizione tra la catena alpina e quella appenninica. L'area, infatti, comprende unità delle Alpi liguri che sono state dapprima coinvolte nell'evoluzione alpina a livelli più o meno profondi e che, successivamente, sono state interessate da una tettonica attribuibile all'evoluzione appenninica.

Le Alpi liguri costituiscono la terminazione meridionale delle Alpi occidentali e sono costituite da un impilamento complesso di unità tettoniche le cui caratteristiche litostratigrafiche e strutturali riflettono l'evoluzione geodinamica di questo settore di catena; tale evoluzione inizia con le fasi di 'rifting' e di 'spreading' triassico-giurassiche, che determinano l'individuazione del bacino oceanico Ligure-Piemontese, tra i margini continentali assottigliati delle placche europea ed apula. A partire dal Cretaceo, l'inversione dei movimenti relativi determinano la convergenza dei margini e la subduzione di litosfera oceanica, fino alla chiusura del bacino Ligure-Piemontese e, successivamente, la collisione continentale e l'esumazione delle unità subdotte.

Il risultato finale della dinamica strutturale vede la formazione nell'area centro occidentale della città di Genova di due complessi geologici, uno occidentale, in cui ricade l'area di progetto a Pegli-Multedo, ed uno orientale, rispetto all'asse della Val Polcevera (Figura 4.1):

- il complesso occidentale è caratterizzato dalla sovrapposizione di unità di mantello e crosta oceanica e delle sue relative coperture sedimentarie, rappresentate dall'Unità Figogna, Palmaro-Caffarella, Cravasco-Voltaggio e Voltri. Queste unità risultano riequilibrate metamorficamente a differenti profondità, e quindi a diverse condizioni di pressione e temperatura, per gradienti termici da bassi a molto bassi. La similitudine nell'evoluzione tettono-metamorfica indica che alle unità di crosta oceanica sono state precocemente associate unità le cui caratteristiche litologiche suggeriscono derivazione da un margine continentale, rappresentate dalle Unità Gazzo-Isoverde e Angassino-Terma (Capponi & Crispini, 2008). Tutte queste unità sono state progressivamente esumate ed accavallate strutturalmente le une sulle altre e sull'avampaese europeo che, nell'area genovese, è rappresentato dalla poco estesa unità di Arenzano;
- il complesso orientale vede l'affioramento di unità costituite da flysch (Unità Antola, Unità Ronco, Unità Montanesi e Unità Mignanego), non metamorfiche o di basso grado metamorfico. Il ridotto grado di metamorfismo indica che durante le fasi orogenetiche sono rimaste sempre a livelli strutturali piuttosto superficiali (Capponi & Crispini, 2008), essendo principalmente interessate e strutturate durante le fasi appenniniche a seguito della rotazione del blocco Sardo-Corso.

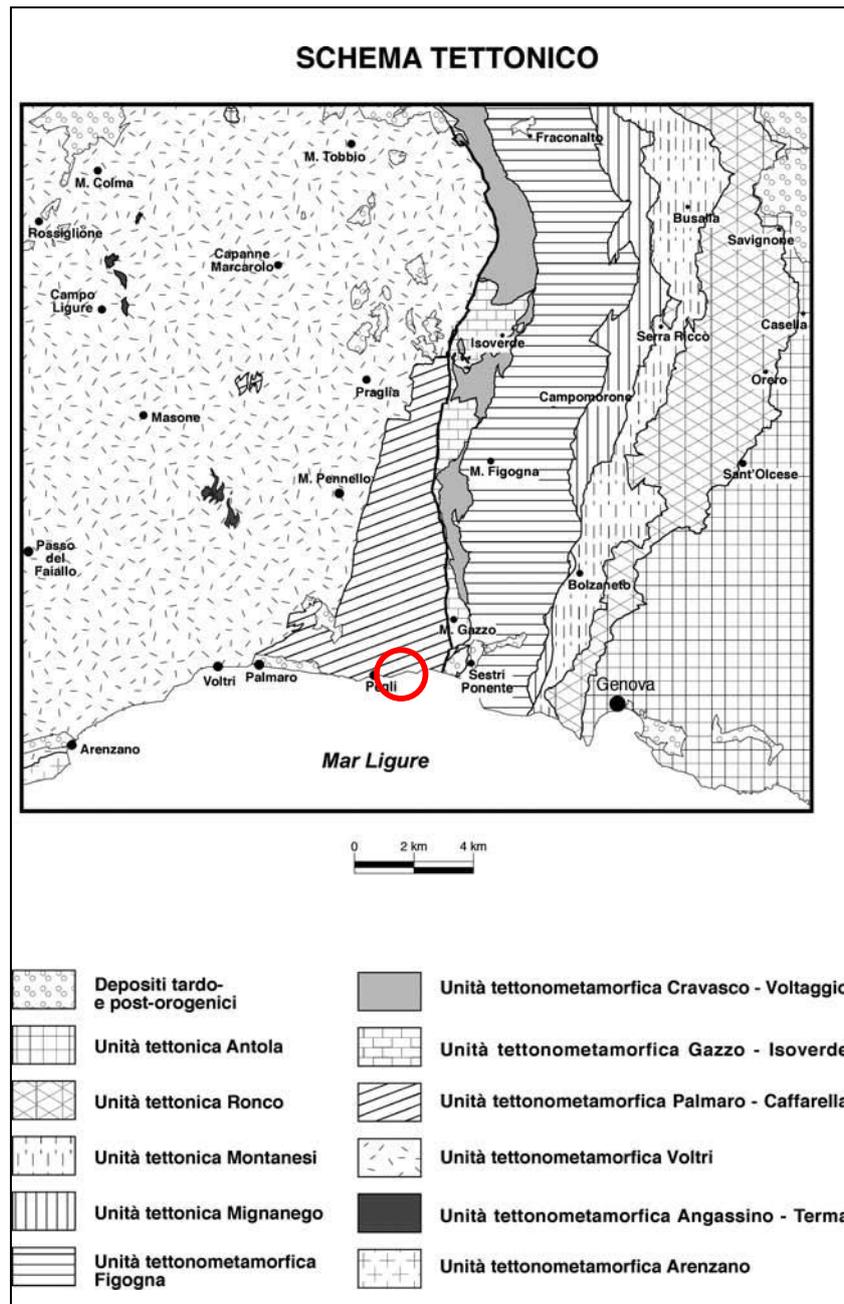


Figura 4.1. Schema tettonico dell'area genovese (Capponi e Crispini, 2008; scala grafica)

## 4.2 ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE

### 4.2.1 Cartografia geologica CARG

Secondo la cartografia Carg le formazioni geologiche rocciose affioranti nel settore appartengono principalmente alla cosiddetta 'Unità Tettonometamorfica Palmaro-Caffarella'.

La seguente figura (Figura 4.2) mostra l'estratto dal Foglio n. 213-230 1:50'000, rappresentante l'intorno dell'area di progetto, dove, oltre ai depositi di copertura alluvionale olocenici, risultano affioranti solo le formazioni geologiche rocciose appartenenti alla cosiddetta 'Unità Tettonometamorfica Palmaro-Caffarella'.

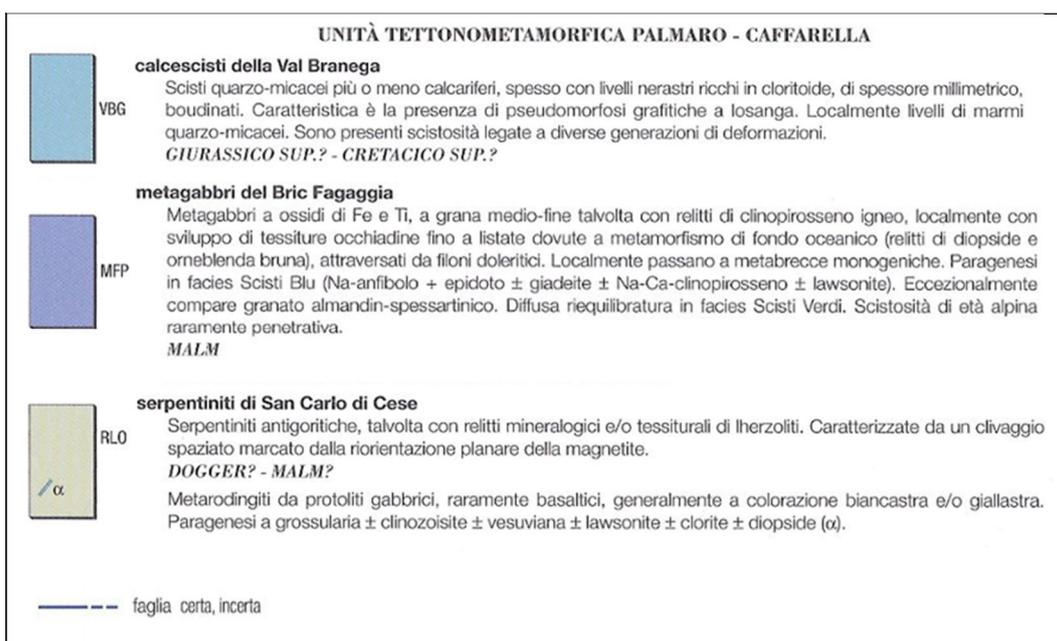
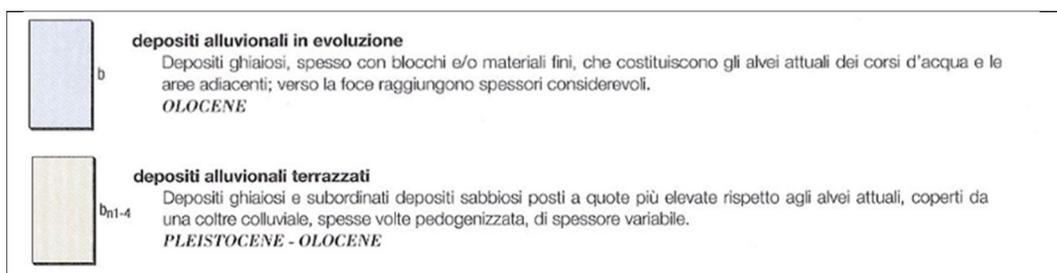


Figura 4.2. Carta Geologica dell'area vasta (da Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000) e relativa legenda. Area progetto cerchiata in rosso

In particolare, riguardo le formazioni rocciose che caratterizzano l'area vasta circostante il sito in esame, vengono di seguito riportate le peculiari caratteristiche.

#### Calcescisti della Val Branega

Affiorano sui versanti a nord dell'area in esame. Sono costituiti da scisti quarzo-micacei più o meno calcariferi, calcescisti, micascisti e calcari cristallini, caratterizzati da alternanze di livelli pelitici e livelli quarzocarbonatici. Le variazioni nelle percentuali modali di calcite, quarzo e miche bianche determinano la transizione tra calcescisti, micascisti, calcari cristallini ("marmi") e i sottostanti quarzoscisti. Sono presenti scistosità legate a diverse generazioni di deformazioni.

L'età presunta è compresa tra il Giurassico superiore e il Cretacico superiore.

#### Serpentiniti di San Carlo di Cese

Affiorano in corpi allungati in direzione N-S, a ridosso del contatto con le unità più orientali. Consistono di serpentiniti a lizardite e crisotilo, in coesistenza o completamente sostituiti da antigorite. Sono frequenti i relitti mineralogici e/o tessiture di lherzoliti. Sono presenti anche alcuni affioramenti di metabrecce formate da clasti eterometrici di serpentinite, più o meno arrotondati, in una matrice a carbonati, talco e anfiboli. Queste breccie possono essere interpretate come metaoficalciti e rappresentano quindi gli equivalenti metamorfici di breccie originate durante l'evoluzione di fondo oceanico.

L'età presunta è compresa tra il Dogger e il Malm.

#### Metagabbri del Bric Fagaggia

Affiorano ad Ovest del sito nella zona del Bric Fagaggia e in prossimità della costa, ove formano l'esteso affioramento del Castelluccio di Prà. Comprendono metagabbri di Fe e Ti, a grana medio-fine, talvolta con relitti di clinopirosseno augitico.

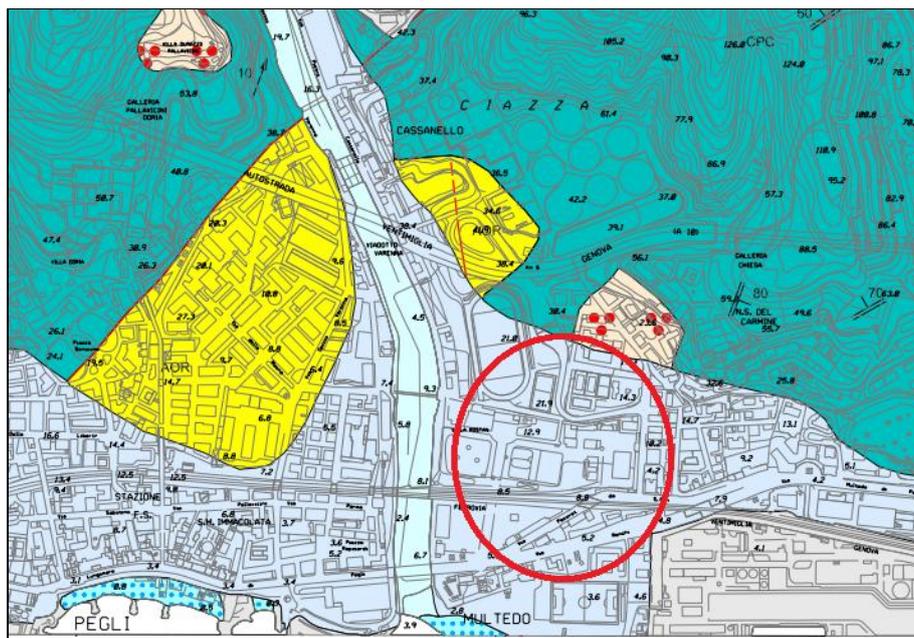
L'età presunta è Malm.

La cartografia Carg è stata utilizzata quale riferimento cartografico per la redazione delle elaborazioni grafiche riportate negli allegati alla relazione.

### **4.2.2 Cartografia geologica del Comune di Genova**

La Carta Geologica del P.U.C. del Comune di Genova 1:5'000, mostra, in aggiunta alle formazioni già descritte precedentemente, la presenza della Formazione delle Argille di Ortovero del Pliocene, in corrispondenza dello svincolo esistente e della parte urbanizzata in destra idrografica, a contatto con i calcescisti della Val Branega e di una coltre eluvio-colluviale importante immediatamente a monte dell'area.

Le Argille di Ortovero sono costituite da alternanze stratificate di argille sabbiose, argille azzurre e sabbie con micro-conglomerati. Il litotipo predominante è costituito da limi argillosi di colore grigio-azzurro o giallastro, caratterizzati da un modesto contenuto in CaCO<sub>3</sub>, localmente ricchi in fossili. A volte si osservano sottili livelli sabbiosi e passaggi con elevata presenza di sostanza organica. I livelli più esterni ed alterati sono costituiti da un limo sabbioso con argilla di colore oca, a spessore variabile in funzione delle condizioni fisico-chimiche di dettaglio in cui la formazione si trova.



QUATERNARIO		CD	Coltri eluvio-colluviali di importanza particolare
QUATERNARIO		AM	Sedimenti alluvionali e marini Depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quota piu' elevata rispetto agli alvei attuali o all'attuale livello del mare, talvolta terrazzati e/o coperti da coltri eluvio-colluviali di spessore variabile
PLIOCENE		AOR	Argille di Ortovero Argille marnose, marne, siltiti e arenarie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro a giallastro
CRETACEO – GIURASSICO		CPC	Calcescisti della Val Branega Scisti quarzo-micacei piu' o meno calcariferi spesso con livelli nerastri

Figura 4.3. Carta Geologica dell'area da PUC. del Comune di Genova (Area di progetto cerchiata in rosso)

### 4.2.3 Ricostruzione stratigrafica dai dati geognostici bibliografici

Le stratigrafie analizzate del database regionale evidenziano come l'area di progetto ricada su depositi di materiali incoerenti (coperture antropiche, alluvionali, eluviali e antropiche) ricoprenti diverse tipologie di substrato (calcescisti a nord e serpentiniti a sud).

I riporti antropici e i livelli superficiali di copertura sono costituiti da materiale eterogeneo di varia granulometria e composizione: le stratigrafie dei sondaggi mostrano anche laterizi, ciottoli, blocchi lapidei e conglomerato cementizio all'interno del riporto. Nel contesto fortemente urbanizzato che caratterizza la zona in esame, il materiale di riporto assume spessori variabili da pochi centimetri fino a qualche metro.

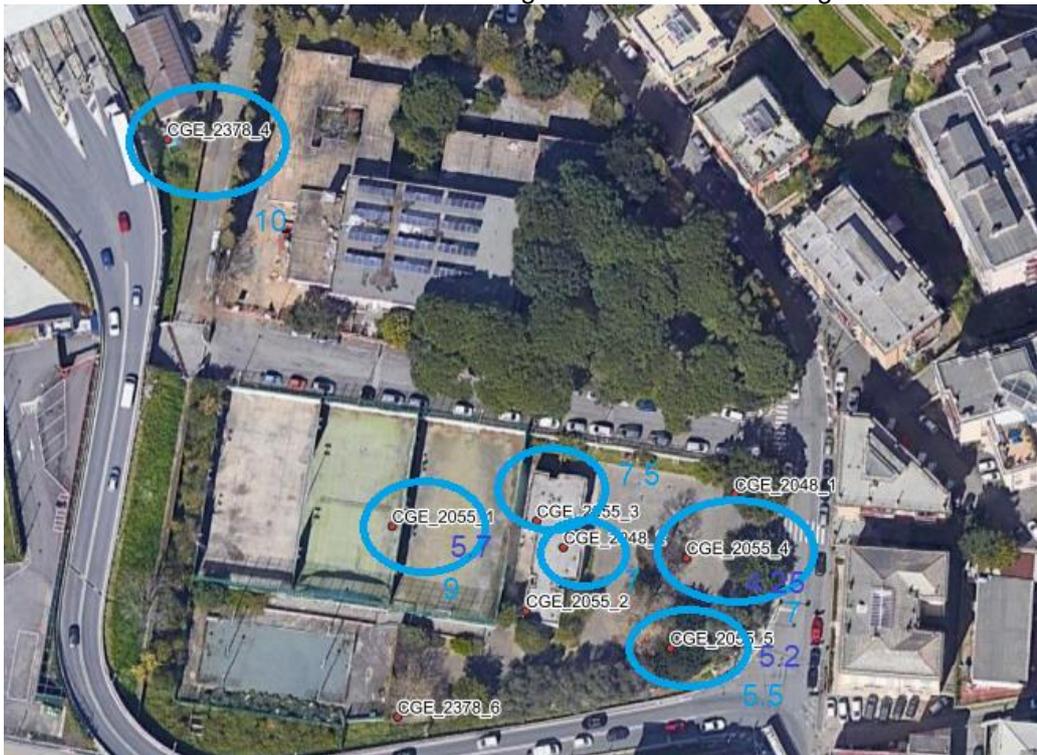
I depositi alluvionali ed eluviali sono formati da alternanze di strati limosi argillosi e sabbie limose con clasti; da ciò che emerso con i dati a disposizione, raggiungono spessori di circa 6 - 7m.

Spostandosi dallo svincolo autostradale di Pegli, a nord, in direzione sud verso la rotatoria dell'Aurelia, si individuano differenti condizioni litostratigrafiche a livello di substrato sottostante i depositi incoerenti.

#### Zona settentrionale e centrale

Tali aree si identificano con la zona prossima allo svincolo autostradale (area settentrionale), e la zona prossima all'azienda Carmignani (area centrale).

Le due figure seguenti (rispettivamente



per lo svincolo e azienda Carmignani) mostrano, in corrispondenza di ciascun sondaggio, la tipologia del substrato (calcescisti prevalenti) e profondità relativa da p.c.; ciò attraverso una simbologia dedicata (cerchiatura colorata in azzurro e numero adiacente). In aggiunta, laddove il dato è disponibile è riportato anche la soggiacenza della falda freatica (numero blu)

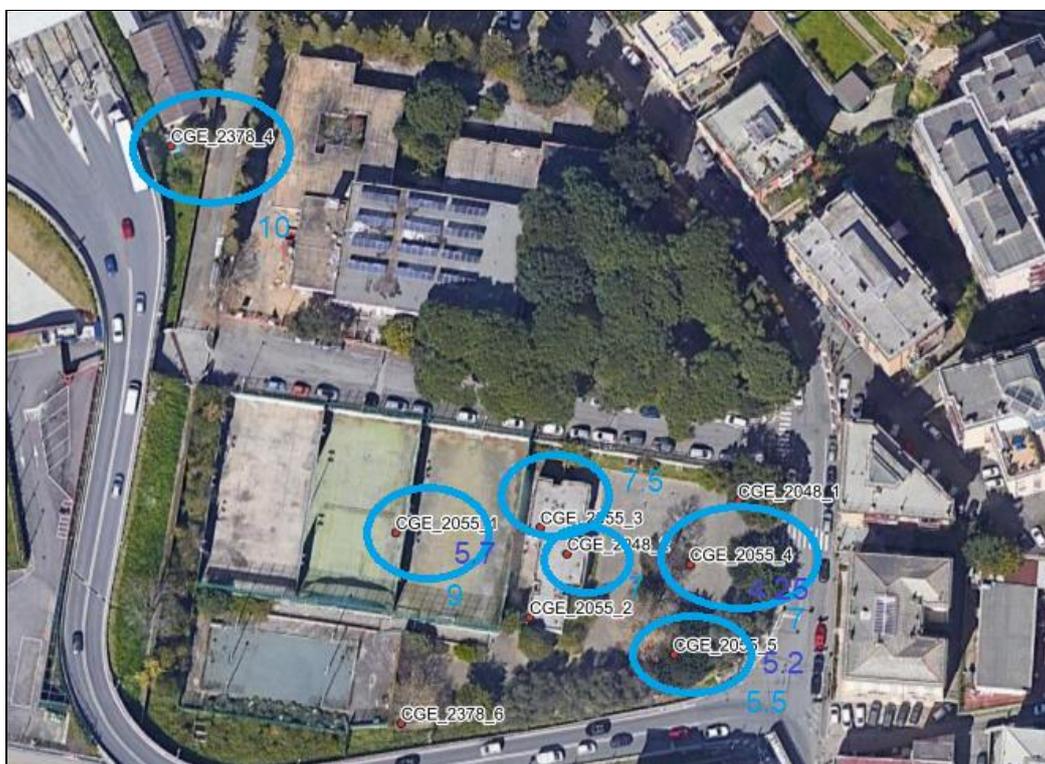


Figura 4.4. Tipologia e profondità del substrato in zona casello autostradale; cerchiato in azzurro substrato prevalentemente di calcescisti della Val Branega. Numeri blu indicano la profondità del livello di falda



Figura 4.5. Tipologia e profondità del substrato in zona azienda Carmignani.

I Calcescisti della Val Branega sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni; talvolta sono associati a bande trasposte di metabasiti disposte parallelamente rispetto alla foliazione pervasiva principale.

A livello di ammasso lapideo si presentano "straterellati", a bande monoclinali, talvolta sottilmente scistososi.

La formazione, laddove inalterata, è di consistenza decisamente lapidea; possono essere presenti spessori significativi di alterazione.

La documentazione geognostica visionata indica la presenza di scisti grigio scuri, fratturati, con intercalazioni di livelli più teneri, talora argillificati; in alcuni sondaggi vengono segnalati livelli di "scisti talcosi" grigio azzurri che potrebbero essere livelli di metabasiti all'interno dei calcescisti.

#### **Zona meridionale**

Tale area si identifica con la zona a sud dell'infrastruttura ferroviaria.

La figura seguente mostra, in corrispondenza di ciascun sondaggio, la tipologia del substrato e profondità relativa da p.c., attraverso colorazioni differenti: giallo per le argille; verde per le brecce prevalentemente ofiolitiche e verde scuro per le serpentiniti molto fratturate.



Figura 4.6. Tipologia e profondità del substrato nella zona meridionale dell'area di progetto

Nel settore orientale il substrato è costituito da breccie prevalentemente ofiolitiche sub-affioranti; in quello occidentale, nei pressi della futura rotatoria dell'Aurelia, sotto le coperture alluvionali, si individuano argille limose debolmente sabbiose, a profondità variabili tra -4/-5m e -6/-7m dal p.c. In una sola verticale si individuano i calcescisti della Val Branega.

Le breccie vengono descritte come un ammasso roccioso prevalentemente cementato e solo localmente allentato o come "ofiolite intensamente fratturata e alterata (breccia ofiolitica)". La tipologia di dati a disposizione (stratigrafie prive di documentazione fotografica delle carote) allo stato attuale non consente una sicura attribuzione di questi litotipi né di definire la loro origine.

Le argille e limi argillosi grigi azzurri con livelli sabbiosi, potrebbero essere associabili alla facies argillosa limosa della formazione pliocenica delle Argille di Ortovero. Le Argille di Ortovero affiorano in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben). Si presentano generalmente sovraconsolidate, sia in profondità, sia, sovente, in superficie.

La documentazione disponibile sul Geoportale della Regione Liguria, per quanto preziosa in questa fase, fornisce informazioni sommarie, basandosi in buona parte su dati geognostici restituiti in forma approssimativa e incompleta. Pertanto, si sottolinea che tutte le suddette interpretazioni dovranno essere verificate nelle successive fasi progettuali, mediante l'esecuzione di indagini geognostiche dedicate.

### 4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è ubicata in sinistra orografica del Torrente Varena, nella zona delle coperture alluvionali terrazzate di fondo valle, a circa cento metri di distanza dalla sua confluenza a mare.

La Val Varena occupa un settore centrale a nord del Golfo di Genova e si estende con una morfologia caratteristica alle spalle di Genova-Pegli. Essa si inserisce tra il bacino del T. Chiaravagna ad E, la Val Polcevera a NE e le valli dei torrenti Branega, Fagaggia e S.Pietro ad W, con uno sviluppo prevalentemente N-S di circa 9 km e ampiezza massima di 4,5 km. Il massimo dislivello fra testata e foce è di circa 950 m.

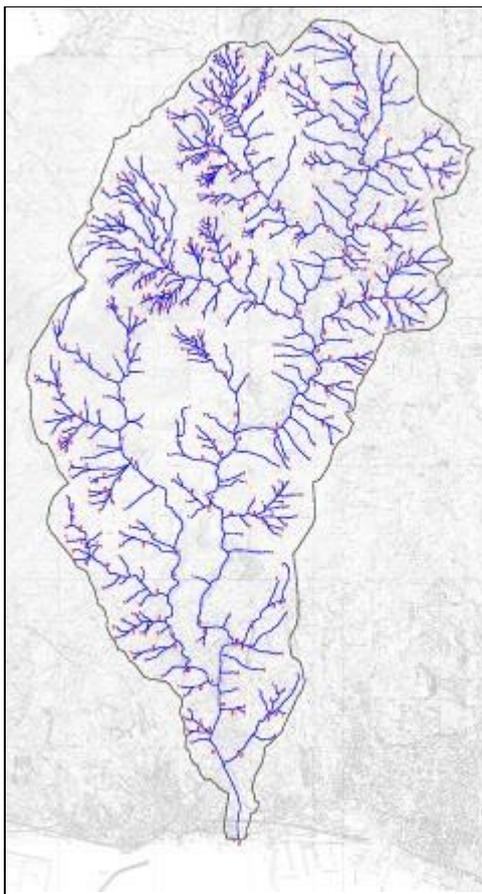


Figura 4-7 - Bacino del Torrente Varena

In generale la Val Varena presenta un profilo trasversale fortemente asimmetrico, con il versante occidentale più esteso ed il versante orientale caratterizzato da una morfologia più recente, con pendii piuttosto ripidi. Fattori discriminanti della conformazione del bacino, che si sviluppa lungo una direttrice Nord-Sud, con chiusura ad imbuto verso il mare, risultano i caratteri fisici e strutturali con i quali si presentano le litologie prevalenti.

In tutta la valle è evidente il controllo tettonico da parte di linee di discontinuità orientate prevalentemente NE-SO, N-S, lungo le quali si trovano impostati i numerosi rivi del bacino a percorso breve e rettilineo. Una tale situazione ha influenzato e influenza tuttora in maniera preponderante la dinamica evolutiva della valle, determinando situazioni di equilibrio limite con conseguenti fenomeni di erosione areale intensa e favorendo in questo modo il trasporto da parte dei corsi d'acqua di grandi quantità di materiale solido

La predisposizione all'instabilità ed all'erosione, prevalentemente a carico delle rocce serpentinitiche, è spinta agli eccessi sulle pendici del settore occidentale del bacino, in corrispondenza dell'allineamento con direzione N-S, Scogli Neri, Monte Riondo, Monte Pennello, Monte Foscallo. Tale area è caratterizzata dalla presenza di fenomeni di erosione superficiale e franosità diffusa con conseguente formazione di accumuli di detrito grossolano in corrispondenza delle principali rotture di pendenza.

L'area di progetto è localizzata a quote comprese tra circa 6 e 20 m s.l.m, nella zona terrazzata tra la litoranea di Pegli, attraversata dalla strada S.S. 1 Aurelia, e la fascia pedemontana attraversata dall'autostrada A10 Genova Savona.

La pendenza nell'area di progetto è molto ridotta (6%). La figura successiva mostra l'estratto della carta geomorfologica del PUC di Genova.

Riguardo alle coperture alluvionali terrazzate che caratterizzano l'area di progetto, è evidente il terrazzo morfologico tra la rampa dello svincolo autostradale a monte e la via pedonale Via Antica Romana di Pegli a valle, come evidenziata nella cartografia geologica disponibile.

I rilievi a monte dell'area di progetto si presentano acclivi, spesso interessati verso il basso da spesse coltri di detritazione eluviale, accumuli di frane antiche, lembi antropizzati a terrazze per colture ortofrutticole, mentre più in alto sono ricoperti da boschi, prevalentemente da pineti e castagneti.

Ai piedi dei versanti, la forma più evidente che interessa l'area a monte del sito di progetto è quella dei riporti antropici connessi alla realizzazione del parco serbatoi del deposito ENI di Fondegga Sud.

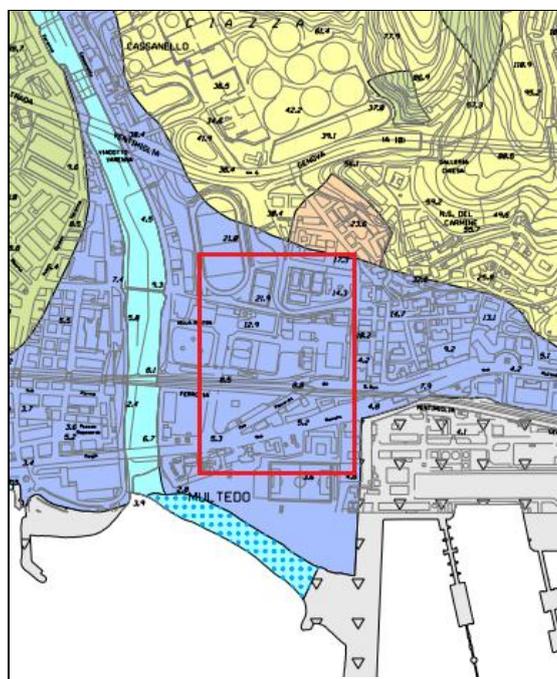


Figura 4.8. Estratto della Carta Geomorfologica dell'area da PUC. del Comune di Genova (2014) e relativa legenda. Area di progetto evidenziata in rettangolo rosso

#### 4.4 COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA CON CARTOGRAFIE DI ENTI ED ISTITUZIONI

##### 4.4.1 Verifica delle criticità geomorfologiche con la cartografia dell'Autorità di Bacino del Torrente Varena e Ambiti 12-13

La Direttiva 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni e recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49 in analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze sfavorevoli derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture. Tali normative privilegiano un approccio di pianificazione a lungo termine, scandito in tre tappe successive tra loro concatenate: nella prima fase è prevista la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, nella seconda vengono elaborate le pertinenti mappe della pericolosità e del rischio, mentre nell'ultima vengono definite la predisposizione e l'attuazione di piani di gestione del rischio stesso.

Con riferimento al PdB del T. Varenna (2017), la zona di interesse non rientra in aree di rischio, se non in maniera marginale e per classi di rischio molto bassi e trascurabili, ciò sia per quanto riguarda Carta del Rischio Geologico; sia per la Suscettività al Dissesto.

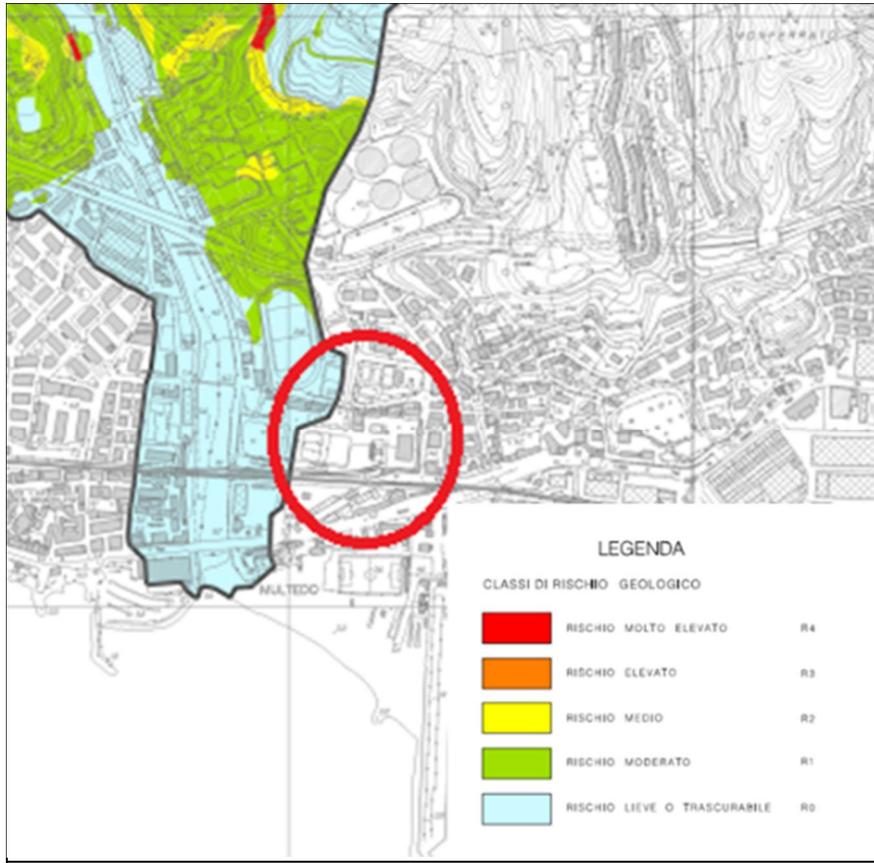


Figura 4.9. Estratto della Carta del Rischio Geologico del T. Varenna

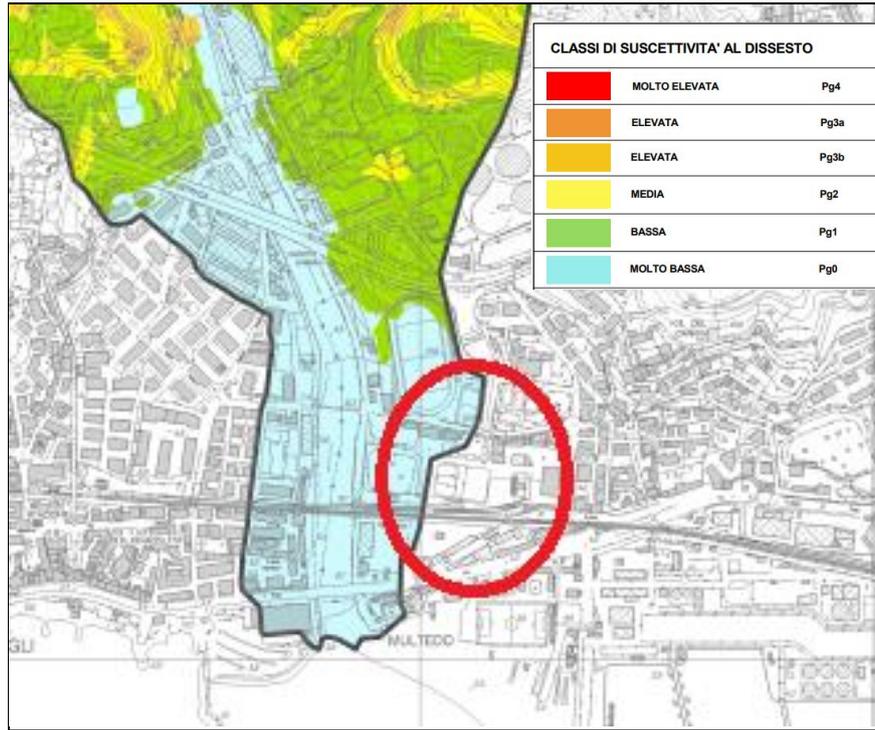


Figura 4.10. Estratto della Carta della Suscettività al Dissesto Geologico del T. Varenna (A) e Ambiti 12-13 (B)

Con riferimento invece al Piano di Bacino degli Ambiti 12-13 (2022), l'area in esame presenterebbe un rischio moderato nella parte sud dell'area di progetto, tra la linea ferroviaria e la via Aurelia.

Queste condizioni di rischio moderato in questa area sono da riferire al peso nelle valutazioni del valore di spessore della coltre alluvionale, detritica e di riporto antropico su un substrato di argilliti e breccie.

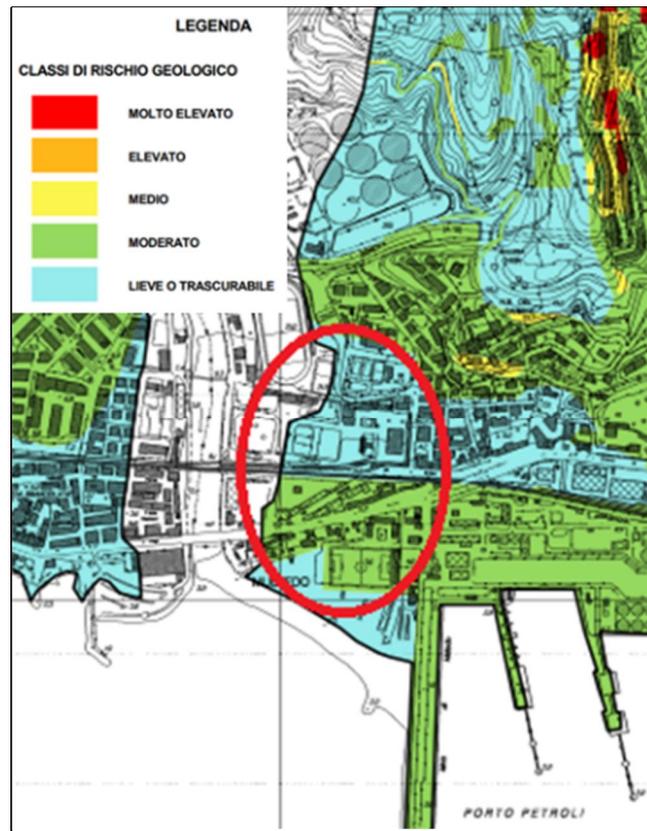


Figura 4.11. Estratto della Carta del Rischio Geologico degli Ambiti 12-13

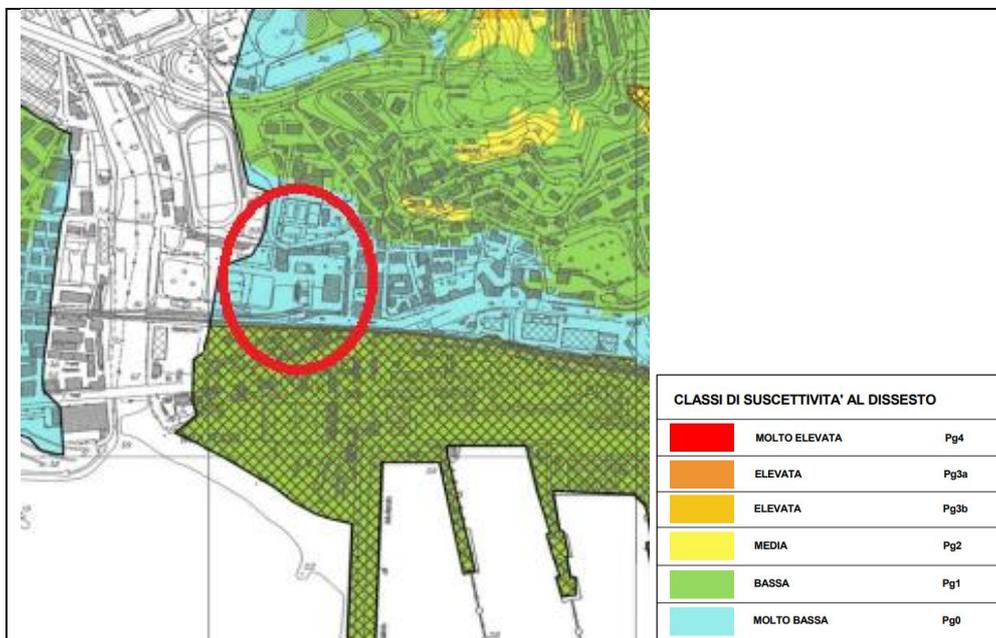


Figura 4.12. Estratto della Carta della Suscettività al Dissesto Geologico degli Ambiti 12-13

Si riporta inoltre la carta della franosità, con assenza di instabilità nell'area di progetto.

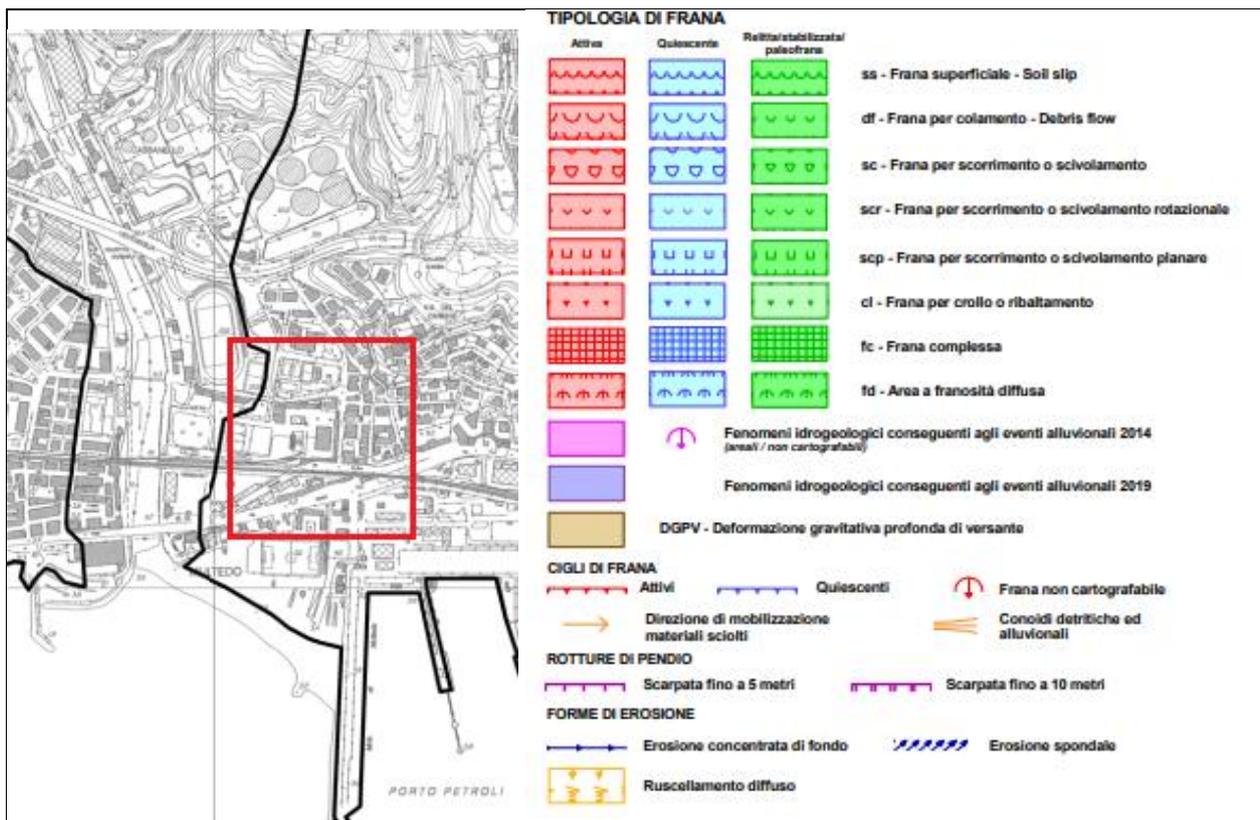


Figura 4.13. Estratto della Carta della Franosità del PdB degli Ambiti 12-13 (2022)

Per quanto riguarda il rischio idraulico, il solo PdB degli Ambiti 12-13, individua delle fasce molto ristrette, prossime alle infrastrutture viarie e ferroviarie, posizionate all'interno di aree inondabile e storicamente inondate.

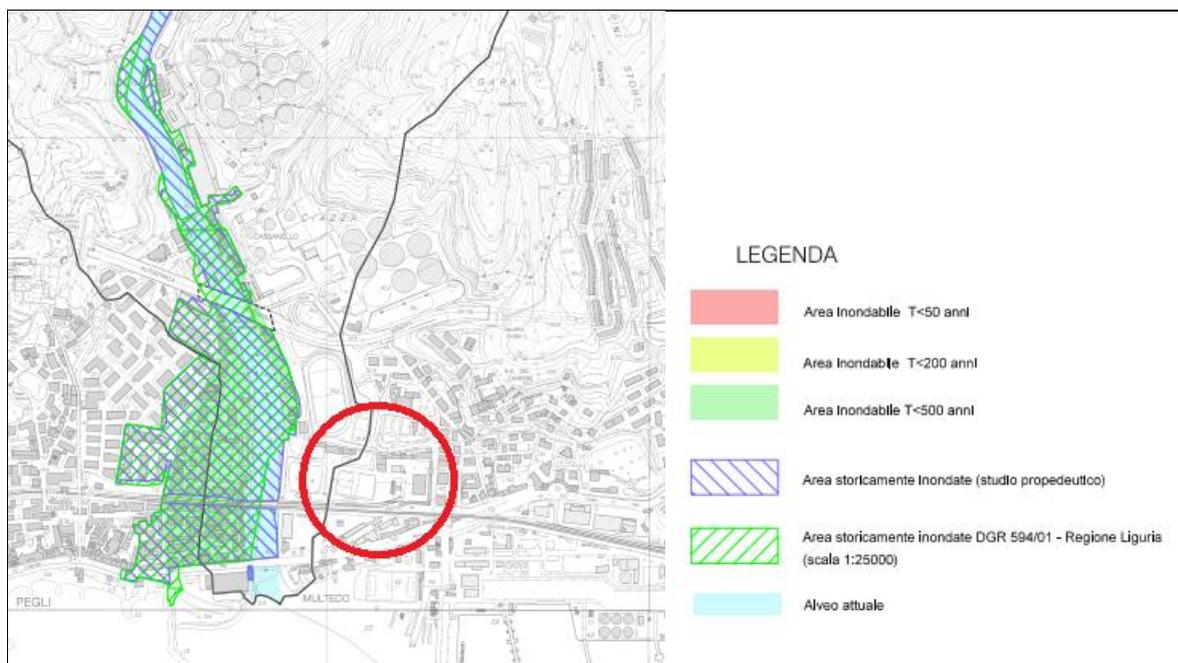


Figura 4.14. Estratto della Carta delle Aree Inondabili e Storicamente Inondate (PdB T. Varenna, 2017)

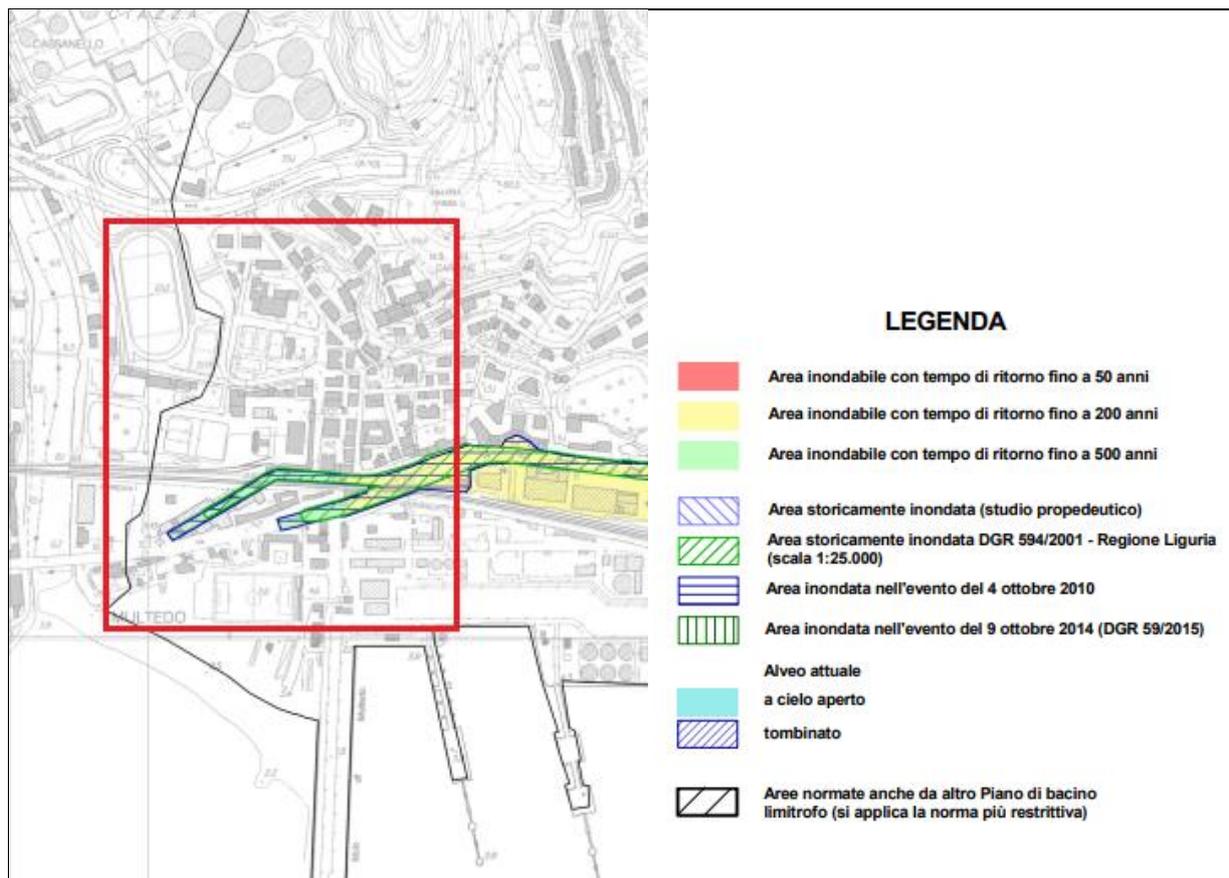


Figura 4.15. Estratto della Carta delle Aree Inondabili e Storicamente Inondate (PdB Ambiti 12 e 13, 2022)

#### 4.4.2 Verifica delle criticità geomorfologiche con la cartografia del progetto IFFI

Il progetto I.F.F.I. - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA 2021) è stato realizzato nel 2005 per conto del Servizio Geologico Nazionale, oggi facente parte di ISPRA, con l'ausilio delle Regioni e Province autonome. Questo data-base costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e costituisce lo strumento conoscitivo di base utilizzato per la valutazione della pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

La banca dati I.F.F.I. è consultabile on line sulle piattaforme dedicate riconducibili all'ISPRA. La carta della franosità del Progetto Iffi (2017) (Figura 4.16), conferma l'assenza di dissesti nell'area di progetto.

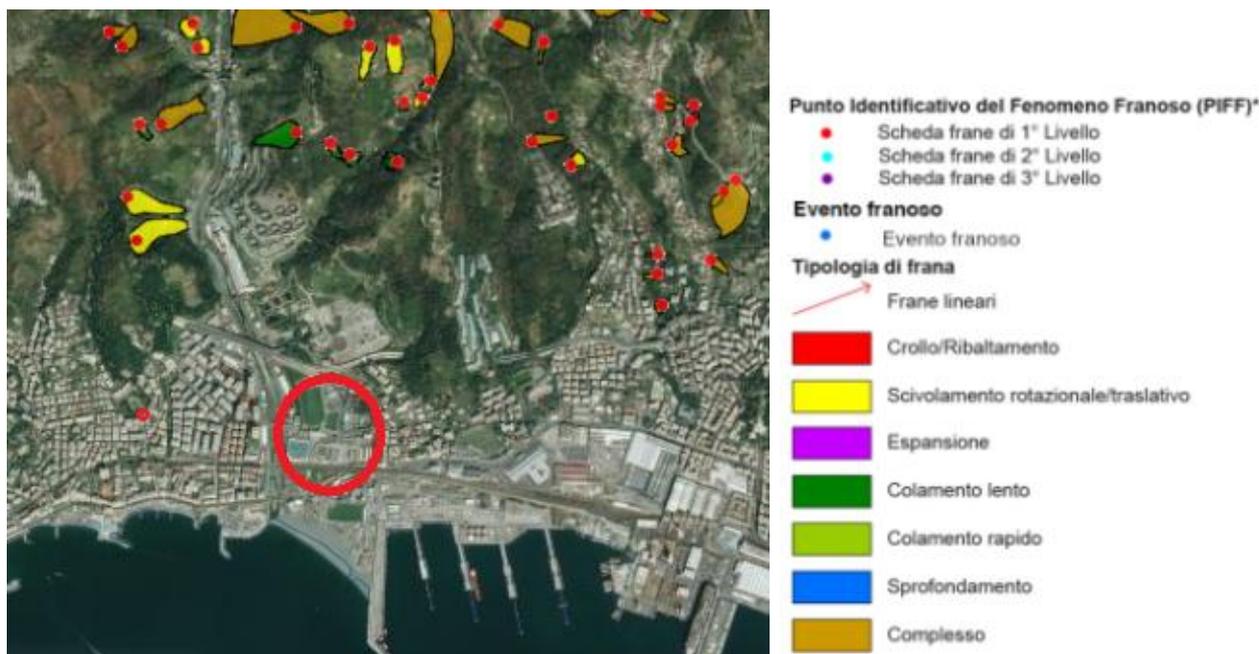


Figura 4.16. Estratto della Carta della Franosità (Iffi, 2017)

#### 4.4.3 Verifica delle criticità geologiche con la cartografia delle Pietre Verdi (Regione Liguria)

Con il termine Pietre Verdi comunemente si identificano le ofioliti suscettibili di contenere minerali amiantiferi; di conseguenza risulta di fondamentale importanza la conoscenza delle aree in cui tali rocce sono presenti, sia in tema di gestione ed utilizzo delle terre e rocce da scavo che in tema legato prettamente al garantire la sicurezza delle lavorazioni. A tale scopo è stato consultato il relativo livello informativo "Pietre Verdi" del Geoportale della Regione Liguria, estrapolato dai dati ufficiali dei più recenti rilevamenti geologici realizzati nell'ambito di progetti nazionali e regionali (progetto CARG e CGR).

Per la realizzazione della cartografia delle pietre verdi della Liguria l'attenzione si è concentrata sulle litologie elencate dalla normativa nazionale all'allegato n.4 del decreto ministeriale n.178 del 1996 caratterizzate da una composizione mineralogica idonea a sviluppare i minerali asbestiformi di crisotilo, tremolite, actinolite, glaucofane, antofillite. Le rocce che possono contenere tali minerali sono: serpentiniti s.l., prasiniti, eclogiti, anfiboliti, scisti actinolitici, scisti cloritici, talcosi e serpentinosi ed oficalciti.

Si rileva, in ogni caso, che, generalmente, lo sviluppo e le concentrazioni di minerali asbestiformi all'interno delle rocce in questione sono essenzialmente legati alla presenza di vene, zone cataclastiche, fratture e faglie. La ragione principale di queste concentrazioni è sostanzialmente legata alla quantità di fluidi presenti durante il processo di serpentizzazione delle rocce ultrabasiche (Deer et al., 1997; Robinson et al., 1982), le superfici disgiunte indotte dalle deformazioni per taglio diventano sede preferenziale di circolazione di fluidi. Tale situazione, associata a condizioni metamorfiche di pressione e temperatura, costituisce un ambiente ideale per la cristallizzazione di importanti concentrazioni di minerali asbestiformi. A scala mesoscopica la frequenza di tali strutture risulta pertanto irregolare e non relazionata all'entità degli affioramenti.

La cartografia regionale segnala, pertanto, gli areali a "probabile" presenza di mineralizzazioni amiantifere all'interno dei quali sono necessari ulteriori approfondimenti geologici per la caratterizzazione specifica in sede locale.

In linea generale è comunque da evidenziare che le analisi ed i dati disponibili in letteratura rilevano statisticamente maggiori probabilità di contenere mineralizzazioni asbestosi nelle serpentiniti e nei serpentinoscisti ofiolitici, mentre nei basalti, evidenziati in cartografia come aree di attenzione, non risultano rilevate, al momento, nel territorio regionale particolari presenze di tali mineralizzazioni, se non eventuali evidenze nelle aree di contatto con gli altri litotipi ofiolitici.

Un quesito ancora aperto è costituito dalla mappatura o meno delle formazioni che appartengono alle successioni terziarie comprendenti rocce derivanti dallo smantellamento di rocce basiche ed ultrabasiche. Questi litotipi sono rappresentati da conglomerati poligenici, arenarie conglomeratiche, brecce a clasti eterometrici, prevalentemente di natura ofiolitica.

La scala di output è 1:25.000, ed i litotipi potenzialmente a rischio amianto sono distinti in tre gruppi, a differente potenziale di pericolosità e, oltre a quanto indicato nel precitato allegato 4 del decreto ministeriale n.178 del 1996, comprendono anche i basalti che sono stati campiti in giallo, per segnalare all'utilizzatore della carta la necessità, comunque, di una particolare attenzione anche all'interno di tali formazioni rocciose.

La cartografia regionale analizzata non segnala, per l'area in esame, la presenza di un substrato direttamente riconducibile alle pietre verdi o a litotipi basaltici ed affini segnalati con eventuali minerali amiantiferi. Integrando tali indicazioni di base con l'analisi delle stratigrafie dei sondaggi disponibili nella zona, si ha l'evidenza della presenza di un substrato a breccie prevalentemente ofiolitiche nel settore meridionale dell'area in esame, quindi la presenza di minerali amiantiferi non è da escludersi a priori.

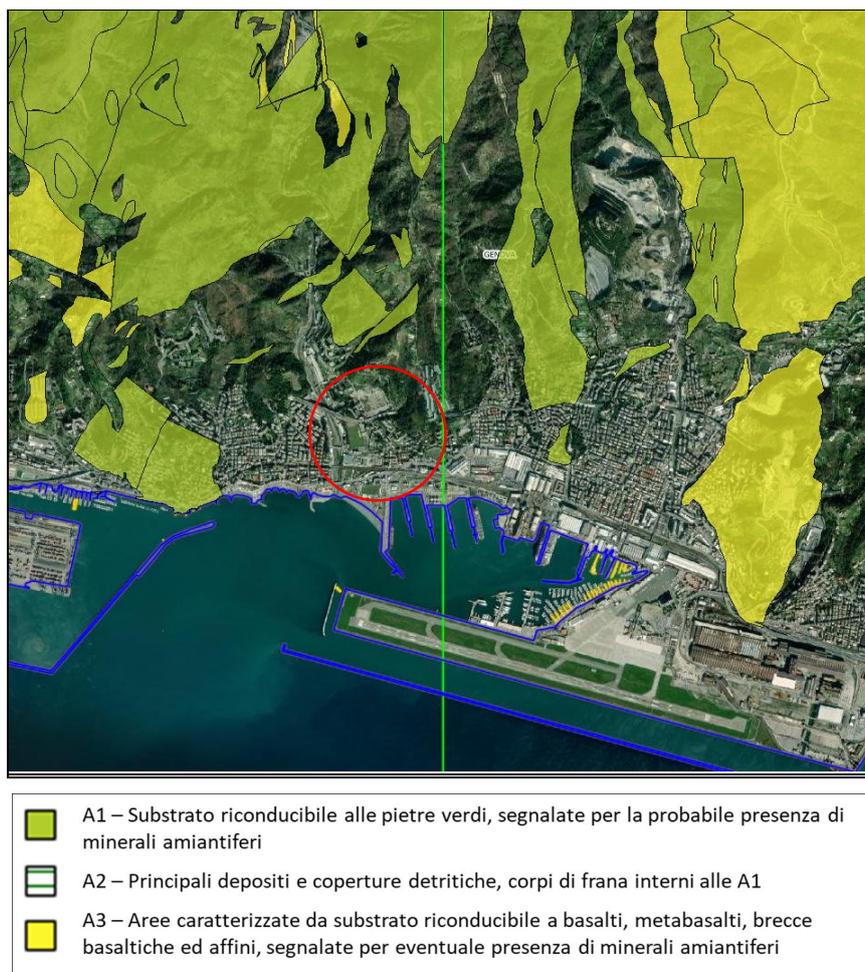


Figura 4.17. Estratto della Cartografia Pietre Verdi (Regione Liguria, 2017)

## 4.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di progetto si trova in area urbanizzata, in cui coperture di materiali incoerenti (coperture antropiche, alluvionali, eluviali e antropiche), permeabili per porosità, sovrastano tipologie di substrato tra loro differenti, ma poco permeabili, rappresentati dai Calcescisti della Val Branega (nella zona dello svincolo autostradale), alle serpentinite brecciate, e alle Argille limose (nella zona della strada statale SS1 Aurelia).

Dati bibliografici reperiti dalle indagini eseguiti nell'area indicherebbero le seguenti permeabilità di massima :

- Coperture detritiche, alluvionali ed eluviali:  $10^{-4}$  m/s;
- Calcescisti della Val Branega:  $10^{-7}$  -  $10^{-8}$  m/s;
- Serpentinite brecciate :  $10^{-6}$  –  $10^{-8}$  m/s;
- Argille limose:  $10^{-6}$  -  $10^{-8}$  m/s.

Dalla carta delle permeabilità de PUC del Comune di Genova, l'area in esame interessa depositi alluvionali permeabili per porosità, per quanto in un contesto fortemente urbanizzato, e quindi con scarsa comunicazione con la superficie.

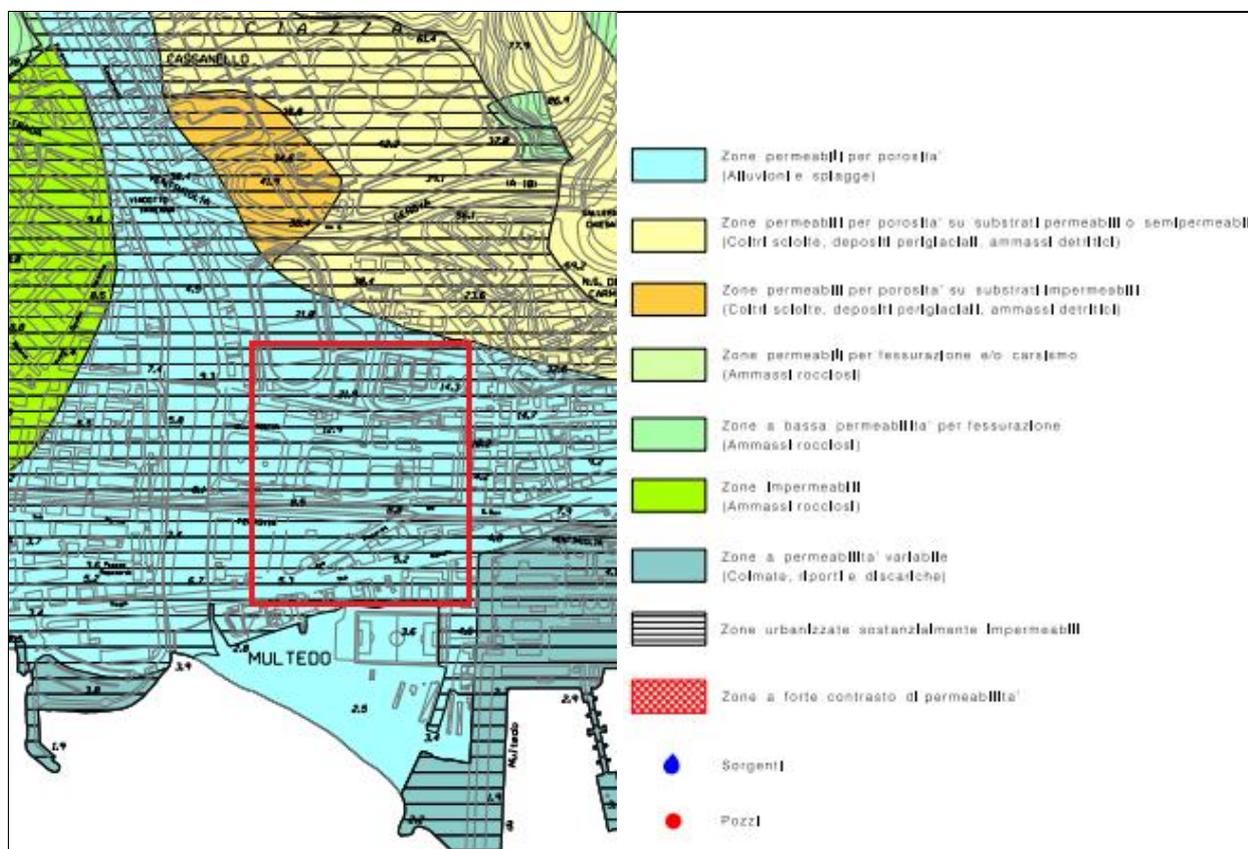


Figura 4.18. Permeabilità dell'area di progetto da PUC Genova (2014) (Area di progetto evidenziata da rettangolo rosso)

All'interno delle coperture detritiche/alluvionali può essere presente una falda freatica sovrastante i substrati impermeabili dei calcescisti e argille limose.

Dalle piezometrie risultanti dai sondaggi bibliografici presenti nella zona settentrionale dell'area, il livello freatico risulterebbe ad una profondità di circa 5 m dal piano campagna. Si tratta comunque di dati approssimativi, che necessitano di ulteriori validazioni e verifiche.

In ogni caso considerato l'assetto geomorfologico e stratigrafico dell'area, si può ipotizzare che, relativamente alla direzione del flusso delle acque sotterranee, questo possa essere impostato indicativamente da nord verso sud.

Non sono evidenziate emergenze idriche nell'intorno dell'area di progetto.

### 4.5.1 Reticolo idrografico dell'area e dati climatici

Riguardo l'idrografia dell'area, la principale asta fluviale della zona, il torrente Varenna, scorre con direzione nord-sud nelle immediate vicinanze dell'area di progetto, 100m ad ovest della rotatoria di progetto, dove poi sfocia direttamente in mare.

Un rio minore tombato, rio Rostan, proveniente dai versanti dei rilievi collinari di Cassanello, passa invece al fianco est dell'area di progetto, anch'esso con direzione nord-sud. Figura 4.19

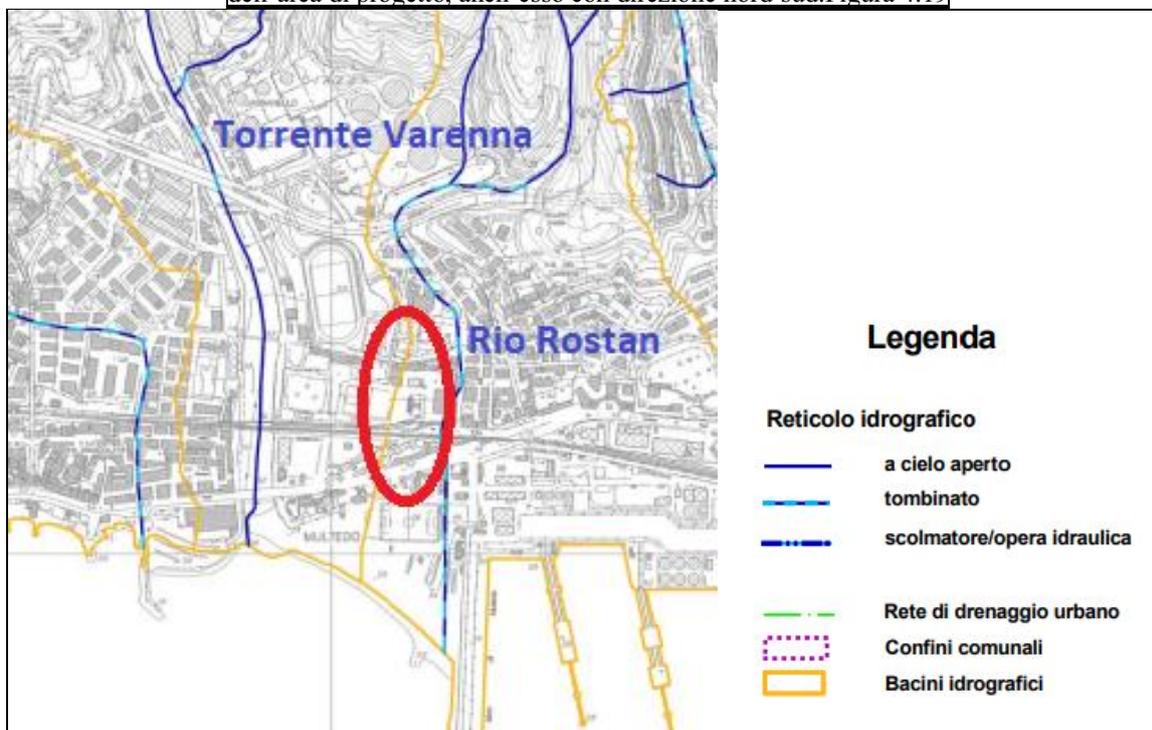


Figura 4.19: Idrografia dell'area di progetto (area di progetto cerchiata in rosso)

La media annuale di piovosità a Genova è di 1315 mm. Il mese più secco risulta Luglio con 59 mm, mentre il mese di Novembre, con una media di 198 mm, è quello con maggiori precipitazioni.

La seguente tabella riporta i dati climatici disponibili per Genova (dati da: <https://it.climate-data.org/>).

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	4	4.6	7.8	11.3	15	19.1	21.4	21.5	17.7	13.6	8.7	5.1
Temperatura minima (°C)	1.3	1.4	4.1	7.5	11.2	15.3	17.6	17.7	14.2	10.7	6.2	2.5
Temperatura massima (°C)	7.1	8.1	11.8	14.9	18.4	22.6	25	25.1	21.3	16.8	11.5	8
Precipitazioni (mm)	99	77	89	115	106	83	59	72	127	170	198	120
Umidità(%)	78%	74%	73%	74%	75%	74%	71%	72%	73%	79%	81%	77%
Giorni di pioggia (g.)	7	6	7	10	10	8	7	8	8	10	9	8
Ore di sole (ore)	5.1	5.9	7.1	8.2	9.6	10.8	11.3	10.2	8.5	6.0	4.9	4.9

## 5 INQUADRAMENTO SISMICO

### 5.1.1 Sismicità Storica (dal 1000 al 2021)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato, vengono esaminati i dati riportati nel DBMI15 (INGV, 2021), che contiene 123.956 dati di intensità, relativi a 3.228 terremoti riferiti a circa 20.162 località di cui 15.343 in territorio italiano. L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano è stata rilasciata a gennaio 2021 (ver.3) e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI15 ver. 2.

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2021, le cui fonti provengono da studi di autori ed enti diversi.

La figura seguente riporta la sismicità della Liguria dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15) in termini di Magnitudo (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>). Il catalogo CPTI15 fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima risentita ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  o magnitudo momento ( $M_w$ )  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

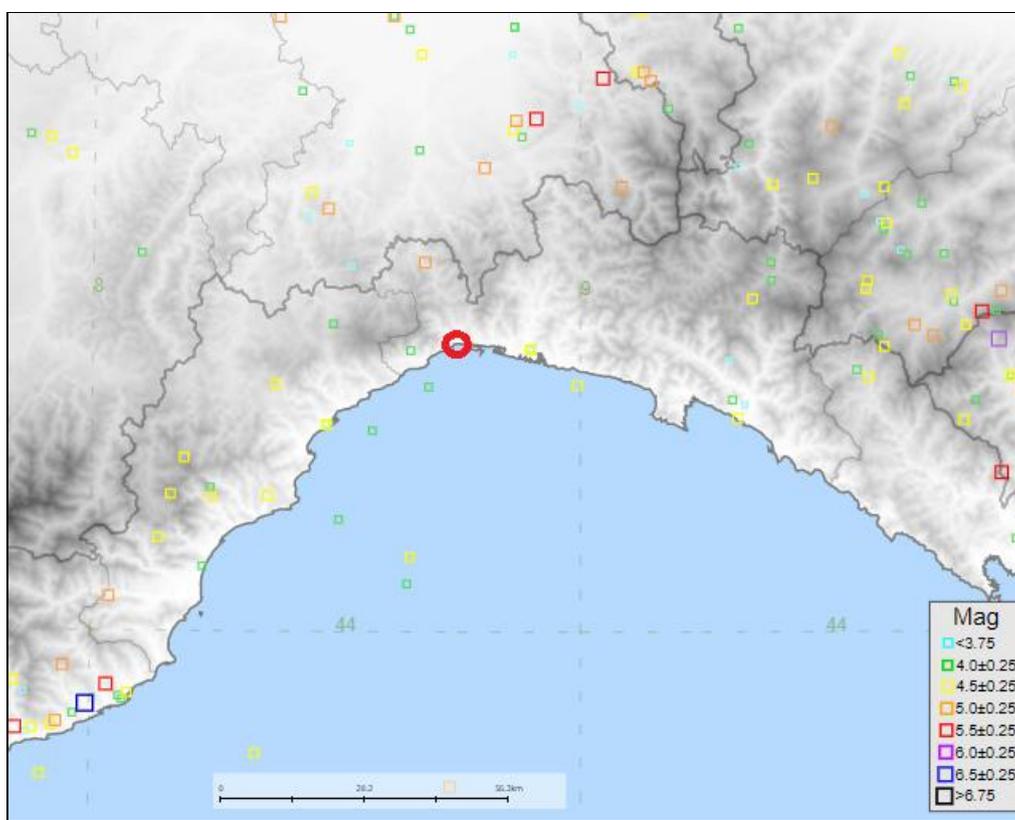


Figura 5.1. Magnitudo dei Terremoti in Liguria estratti dal CPTI15

La figura seguente riporta la sismicità in un raggio di 40 km dal sito di interesse estratto in termini di intensità massima risentita (Rovida et al., 2016).

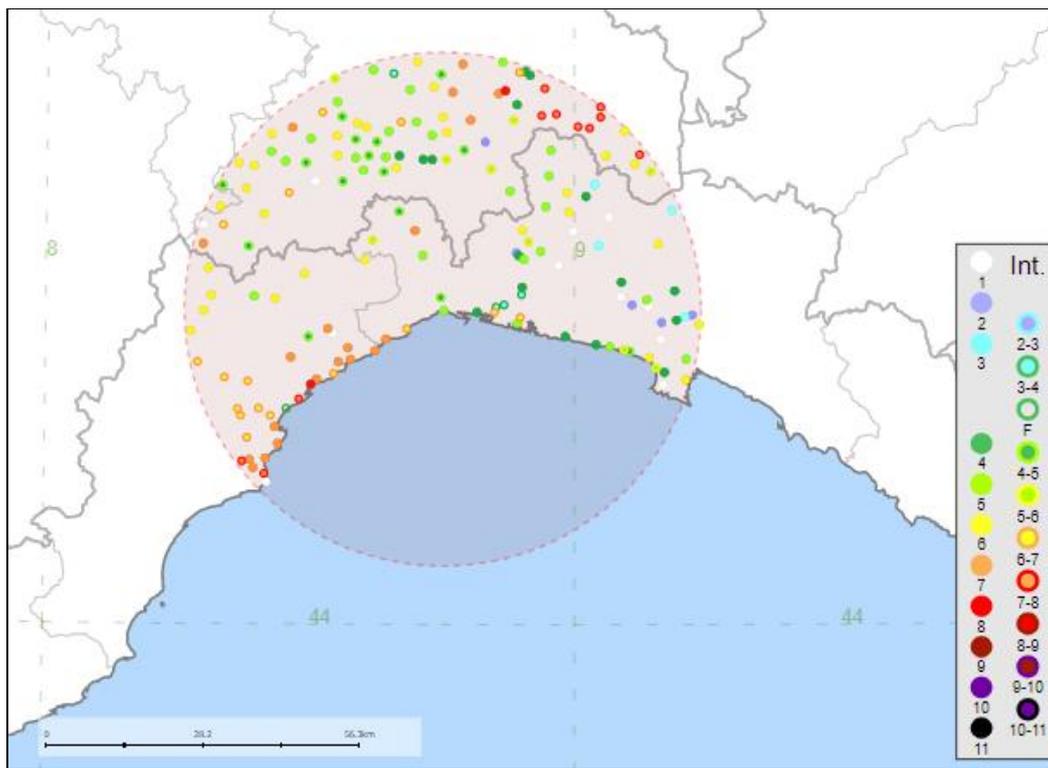


Figura 5.2. Intensità massima Risentita dei Terremoti in un raggio pari a 40 km dal sito, estratti dal CPTI15

Le mappe non evidenziano una sismicità significativa nell'immediato intorno del sito. Si osservano due terremoti storici di magnitudo  $M_w$  stimata intorno a 4 localizzati rispettivamente a 10 km ovest di Pegli ( $M_w = 4.22$  del 6 Luglio 1897) e a 11 km sud-ovest di Pegli ( $M_w = 4.16$  del 14 Maggio 1704).

Un terremoto storico di magnitudo  $M_w$  pari a 4.63 (10 Agosto 1536) è stato ubicato a circa 14 km est del sito, mentre un altro sisma storico di magnitudo stimata maggiore ( $M_w = 4.98$ ) è stato ubicato nell'entroterra a circa 18 km nord del sito.

Per i soli eventi relativi a Genova (numero di terremoti risentiti, EQs = 131) estratti da CPTI15 la intensità massima ( $I_{max}$ ) è pari a 6-7 come visibile dalla sequenza temporale delle massime intensità riportata nel grafico sottostante.

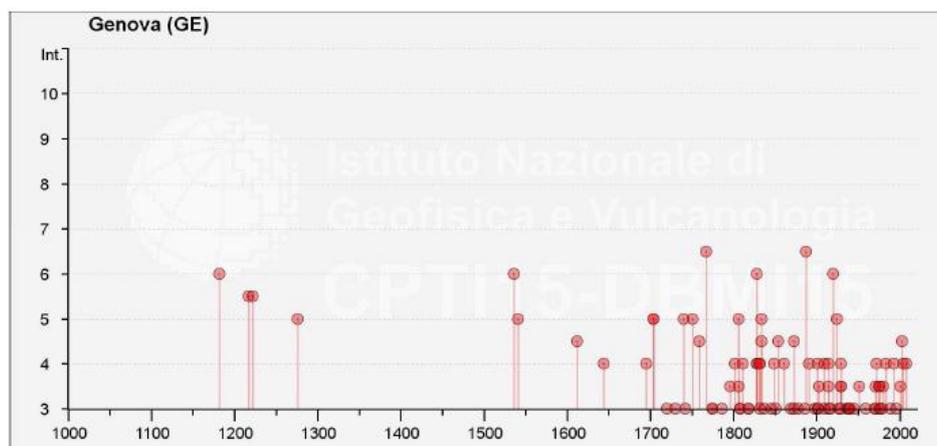


Figura 5.3. Intensità massime dei Terremoti Risentiti a Genova, estratte dal CPTI15

### 5.1.2 Faglie capaci

Il termine “faglie capaci” è utilizzato per descrivere le faglie “sismiche” con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente “capaci” di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere  $\geq$  VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA (INGV, 2022).



Figura 5.4. Mappa delle Faglie Capaci nell'intorno dell'area di progetto (SGI-ISPRA, 2020)

La faglia capace e attiva più vicina risulta la faglia diretta con direzione ovest-est, denominata come n. 94224 “Genova Marine Fault 5”, ubicata in mare a circa 4 km a sud dell'area di progetto (Figura 5.4). Lo studio di identificazione e caratterizzazione della faglia è tuttavia classificato di bassa qualità.

Nel seguito sono tabellate le principali caratteristiche delle faglie capaci individuate.

Fault Code	94224	94225	94222
Fault Name	Genova Marine 5 Fault	Genova Marine 4 Fault	Genova Marine 3 Fault
Region Name	Liguria	Liguria	Liguria
Tectonic Environment	PLATE BOUNDARY	PLATE BOUNDARY	PLATE BOUNDARY
System Name	Upper and Lower Continental Margin	Upper and Lower Continental Margin	Upper and Lower Continental Margin
Rank	Primary	Primary	Primary
Average Strike (°)	90	85	80
Dip (°)	Steep	Steep	Steep
Dip Direction	S	S	SSE
Fault Length (km)	5.5	2.0	2.0
Fault Depth (m)			
Kinematics	Normal	Normal	Normal
Last Activity	Pleistocene generic	Pleistocene generic	Pleistocene generic

### 5.1.3 Sorgenti sismogenetiche

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità dello scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici.

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Con riferimento al catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.0; <http://diss.rm.ingv.it/diss/> dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), l'area di progetto non ricade all'interno di strutture sismogenetiche singole (ISS) o composite (CSS)<sup>1</sup> (DISS Working Group, 2018).

In base alla mappa di inquadramento sotto riportata si evidenzia che la struttura sismogenetica più prossima all'area di progetto si sviluppa a mare, ad almeno 32 km a sud della città di Genova, ed è la CSS classificata come ITCS022 "Imperia Promontory".

Tale struttura consiste di un sistema di faglie inverse, orientate NE-SW, e immergenti a N, che si sviluppano pochi chilometri a mare della linea di costa della Liguria Occidentale e Costa Azzurra, a profondità comprese tra i 2,5 e 15 km.

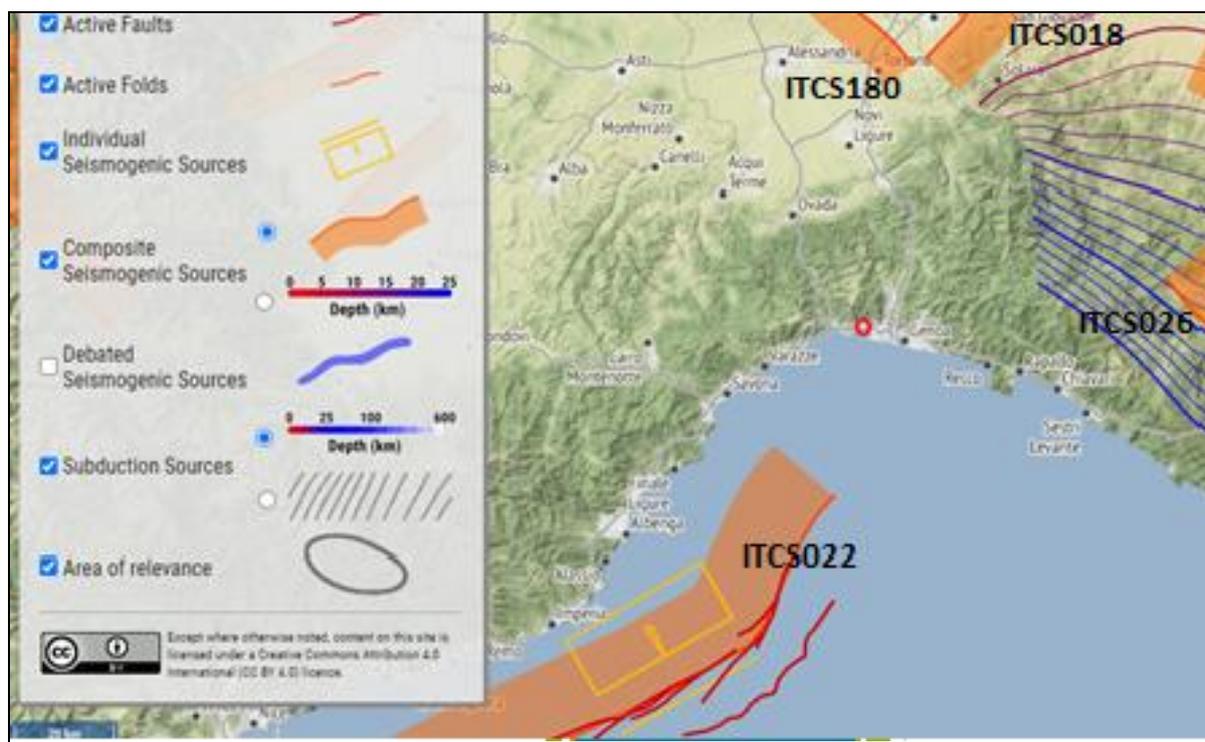


Figura 5.5. Mappa delle Sorgenti Sismogenetiche nell'Area del Mar Ligure (Diss Working Group, 2018)

Nel seguito sono tabellate le principali caratteristiche di questa faglia sorgente sismogenetica (ITCS22) e delle altre tre più distanti (ITCS180, ITCS018 e TCS026).

<sup>1</sup> ISS = Individual Seismogenic Source; CSS = Composite Seismogenic Source.

ITCS022		ITCS180		ITCS018		ITCS026	
Min depth [km]	2.5	Min depth [km]	1.0	Min depth [km]	2.0	Min depth [km]	1.0
Max depth [km]	15.0	Max depth [km]	8.0	Max depth [km]	8.0	Max depth [km]	10.0
Strike [deg] min... max	200...250	Strike [deg] min... max	115...150	Strike [deg] min... max	30...50	Strike [deg] min... max	310...330
Dip [deg] min... max	25...50	Dip [deg] min... max	40...50	Dip [deg] min... max	20...45	Dip [deg] min... max	30...45
Rake [deg] min... max	80...100	Rake [deg] min... max	80...120	Rake [deg] min... max	60...90	Rake [deg] min... max	260...280
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.2500	Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	Slip Rate [mm/y] min... max	0.2000... 0.5400	Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 1.0000
Max Magnitude [Mw]	7.4	Max Magnitude [Mw]	6.4	Max Magnitude [Mw]	6.8	Max Magnitude [Mw]	7.0

### 5.1.4 Classificazione Sismica

Negli ultimi anni si sono succeduti diversi provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale.

Dal 1999 al 2003, la classificazione sismica del territorio nazionale era riconducibile alla mappa di classificazione sismica prodotta dal Gruppo di Lavoro (GdL, 1999), istituito dal Servizio Sismico Nazionale su indicazione della Commissione Grandi Rischi della Protezione Civile.

L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri OPCM 3274/2003 ha rappresentato una prima risposta alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico. Con tale strumento si sono stabiliti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche introducendo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani (successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/2006) ed abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche".

L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco  $a_g$  su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4; procedendo in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico, poiché di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

	Caratteristiche	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
Zona 1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g > 0.25$
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0.15 < a_g \leq 0.25$
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.	$0.05 < a_g \leq 0.15$
Zona 4	È la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g \leq 0.05$

Con la successiva ordinanza OPCM 3519/2006 è stata adottata la mappa di pericolosità sismica di riferimento nazionale (INGV, 2004), e sono state stabilite nuove disposizioni per l'individuazione a livello regionale delle zone sismiche su base probabilistica. I nuovi criteri per la determinazione della classificazione sismica individuano 12 fasce e sono basati, (innovando le disposizioni del precedente OPCM 3274/2003) su valori delle accelerazioni massime al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi. Tale classificazione è quindi basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro  $a_g$  secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente").

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, le Regioni hanno inoltre riclassificato il proprio territorio in termini di livello di pericolosità, o mantenendo le quattro zone nazionali o adottando tre sole zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido ( $a_g$ ).

Di seguito si riporta uno stralcio della mappa di “Classificazione Sismica” pubblicata dalla Protezione Civile ad Aprile 2021.

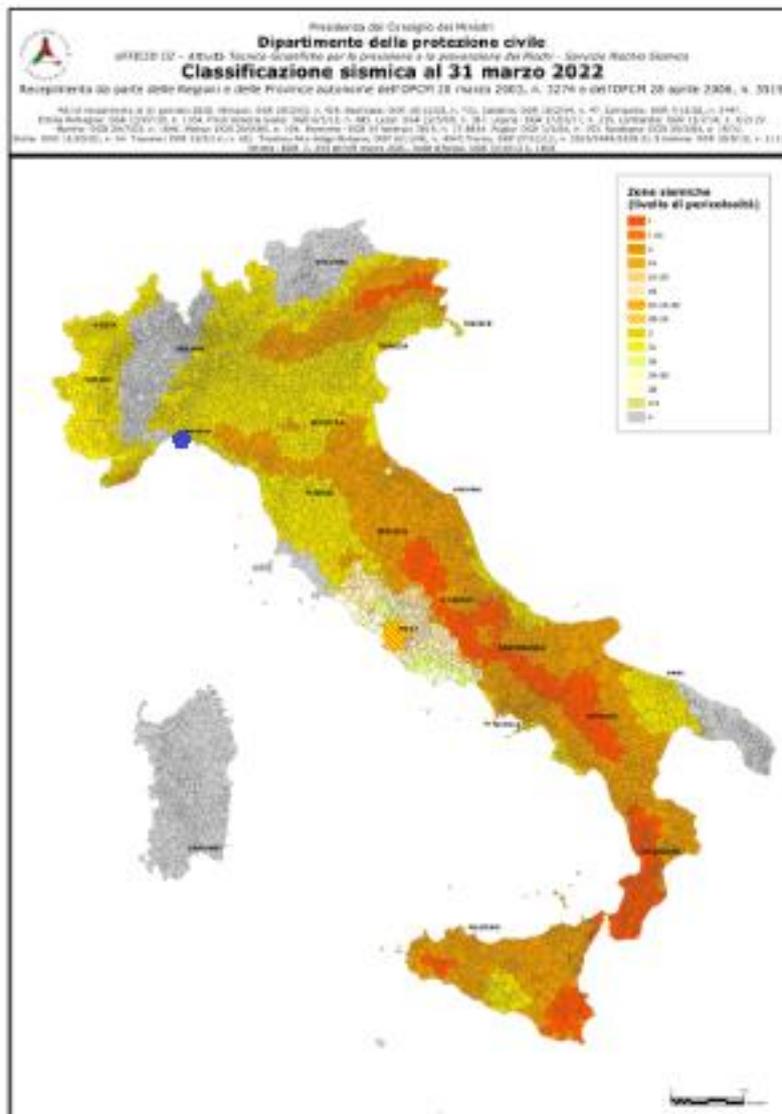


Figura 5.6: Mappa classificazione sismica sul territorio italiano (Area di progetto indicata da simbolo colore blu)

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell'Allegato 1, punto 3 dell'Opcm 3274/2003 e in seguito aggiornati con l'Opcm 3519/2006, la Regione Liguria ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (DGR n.530/2003).

Attualmente la vigente suddivisione delle zone sismiche in Liguria è definita dalla DGR 216/2017, con l'aggiornamento dato dalla DGR 962/2018.

In conformità alla suddetta normativa, il comune di Genova, in cui è ubicata l'area interessata dal progetto, ricade in **zona sismica 3** (Bassa) per la quale le accelerazioni attese al suolo sono comprese 0.05÷0.15g (secondo i criteri dell'allegato 1 dell'Opcm 3274/2003).

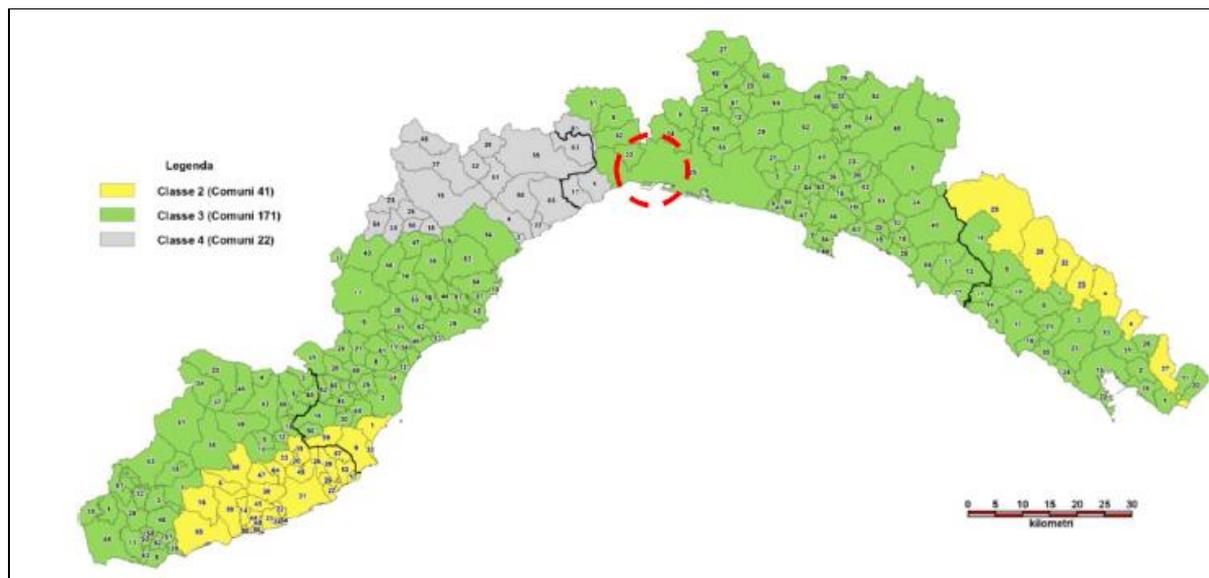


Figura 5.7: Classificazione sismica della Regione Liguria (da [www.regione.liguria.it](http://www.regione.liguria.it))

### 5.1.5 Caratteristiche sismiche del sito

Allo stato attuale, i valori di pericolosità di base associati alle zone o sottozone definite a scala regionale non hanno diretta influenza sulla progettazione. Le NTC 2018 stabiliscono infatti che i parametri sismici di progetto ed i relativi spettri di risposta siano calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento associati alla normativa.

La procedura di calcolo ammessa dalla normativa prevede che, attraverso gli allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (v. NTC 2018 par.3.2) sia possibile determinare, per il sito di interesse e per differenti periodi di ritorno ( $T_R$ ), i parametri di riferimento del moto sismico in superficie:  $a_g$  (accelerazione orizzontale max al sito di rif.),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), necessari per la successiva definizione degli spettri di risposta elastici del terreno. Successivamente, sulla base della localizzazione geografica del sito di progetto, correlando i suddetti parametri di riferimento con la vita nominale dell'opera e la sua classe d'uso, si giunge al calcolo degli spettri di risposta per i diversi stati limite definiti dalla normativa; ciò al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni a dell'opera o parte di essa.

Per il calcolo degli elementi suddetti si rimanda agli elaborati geotecnici e strutturali.

In via preliminare, con riferimento al sito di interesse progettuale, e utilizzando la mappa di pericolosità sismica fornita da INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), di seguito si definisce lo scuotimento  $a(g)$  (accelerazione orizzontale massima del suolo secondo OPCM 3519/2006) per uno dei punti della griglia di riferimento (disposti a passo  $0.05^\circ$ ) ad esso più prossimi.

Considerando le seguenti coordinate geografiche dell'area di interesse, nel suddetto modello di pericolosità sismica (MPS04-S1, INGV), il punto più prossimo all'opera di progetto (nodo ID 16694) ricade nella fascia le cui accelerazioni massime attese (con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni su suoli rigidi (classe A) e pianeggiante, sono comprese tra  $0,05 < a_g < 0,075$ .

**Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)**  
Informazioni sul nodo con ID: 16694 - Latitudine: 44.442 - Longitudine: 8.799

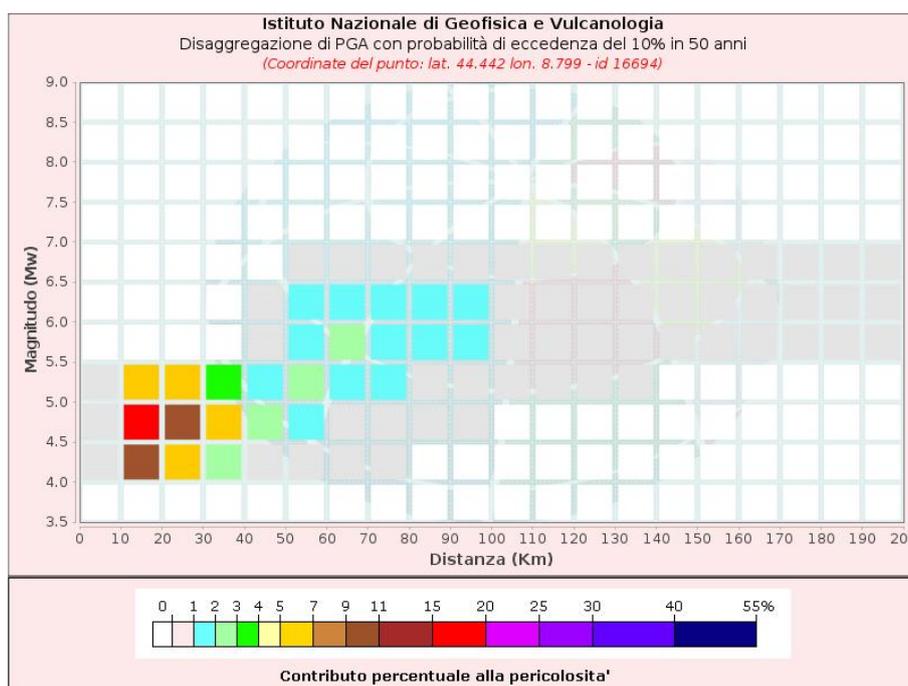
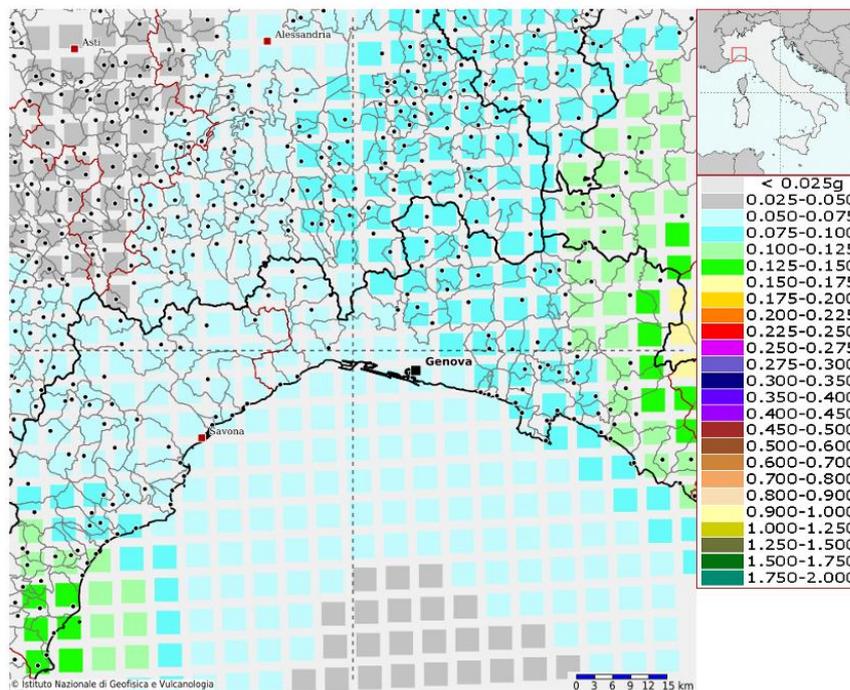


Figura 5.8: Analisi di disaggregazione di  $a(g)$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni –  $Tr$  1000 anni, secondo la mappa interattiva di pericolosità sismica per l'area di interesse (INGV, 2022 – MPS04-S1)

Secondo quanto risulta dall'analisi di disaggregazione, il valore medio di magnitudo atteso per eventi sismici (probabilità di superamento del 10% in 50 anni –  $Tr = 1000$  anni), è pari a 5.06 Mw, ad una distanza di 39.7 km.

Più in dettaglio, per distanze variabili fino a 0-100 km dal sito di riferimento, il contributo percentuale complessivo della pericolosità per ogni classe di Magnitudo vale, rispettivamente:

- 18,74 % per magnitudo (M) comprese tra 4,0-4,5;
- 35,87 % per 4,5<M<5,0;
- 25,00 % per 5,0<M<5,5;
- 10,18 % per 5,5<M<6,0;
- 9,85 % per 6,0<M<6,5;
- 0,52% per 6,5<M<7,0;

## 5.2 MICROZONAZIONE SISMICA

La Regione Liguria ha introdotto per le aree interessate dalla liquefazione, aggiornamenti normativi ai sensi della D.G.R. n. 535 del 18.06.2021, in cui vengono adottate le “*Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione (LQ)*” definendo i criteri tecnici e gli indirizzi per la pianificazione urbanistica comunale.

Nel Piano Urbanistico del Comune di Genova è contenuta la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, nella quale sono cartografate delle zonazioni del territorio su base stratigrafica distinte in “*stabili – microzona del tipo A*”, “*stabili ma suscettibili di amplificazione locale - microzona del tipo B*” e “*zone suscettibili di instabilità - microzona del tipo C.*”

La “*Carta delle microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*” (Foglio 25, Scala 1:5.000), associata al PUC del Comune di Genova (2014), classifica l’area del progetto come “*Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali*” ed, in particolare nella Zona B7 (Sedimenti Alluvionali e Marini di spessore maggiore di 3 metri).

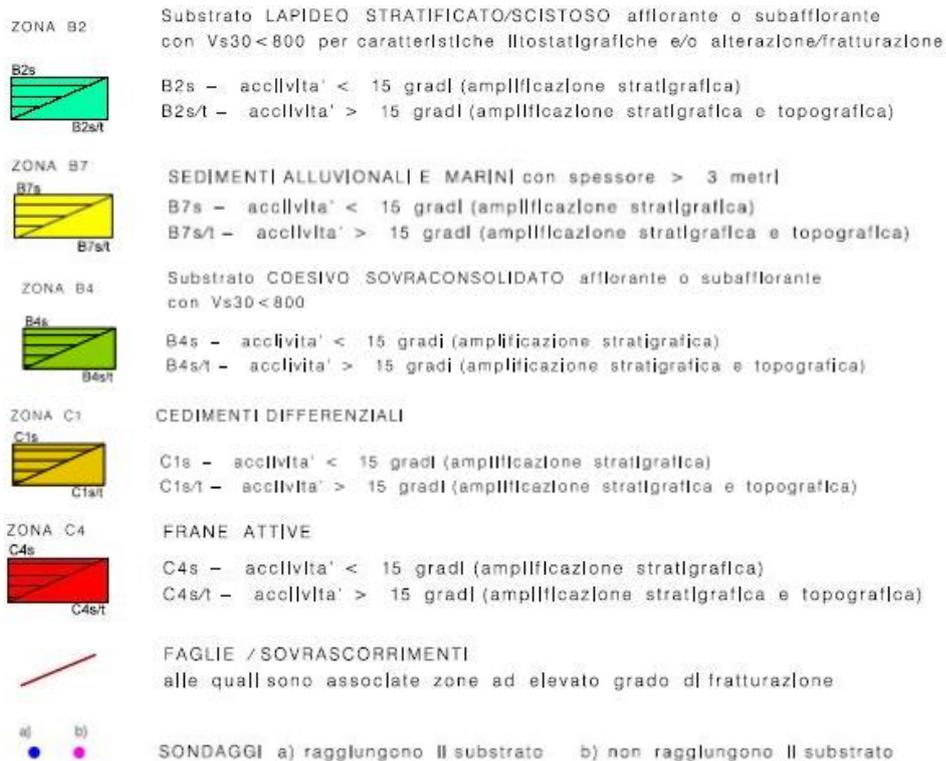
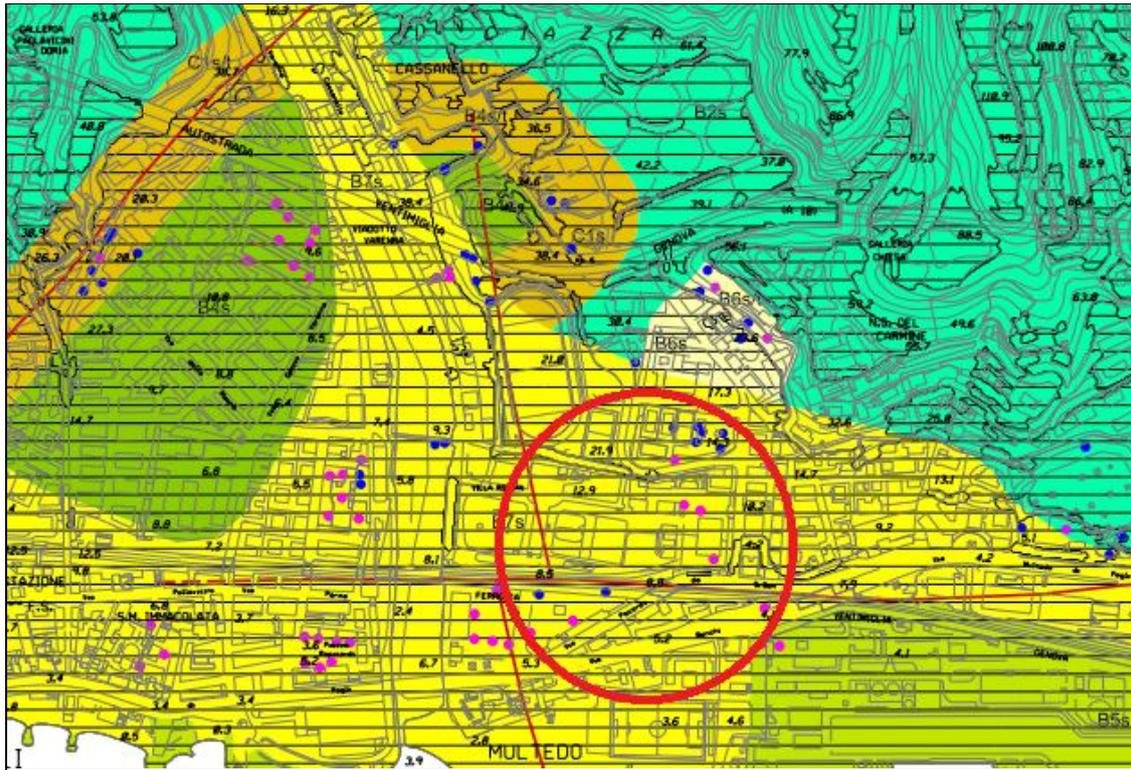


Figura 5.9. Carta delle microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" associata al PUC del Comune di Genova

## 6 CONCLUSIONI

In questo capitolo conclusivo si sintetizzano le pericolosità geologiche identificabili nell'area interessata dal progetto; ciò nell'ottica di consentire la verifica della compatibilità dell'opera con le componenti geologiche, in accordo alla normativa vigente.

Più in dettaglio, di seguito si riassumono gli elementi geologici di interesse ingegneristico desunti dallo studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico, integrati con le informazioni desumibili dagli studi sismo-tettonici e dalle cartografie di pericolosità redatte dagli Enti preposti al governo del territorio.

- La ricostruzione stratigrafica effettuata in questa fase progettuale si è basata esclusivamente su indagini bibliografiche reperibili dal Database delle indagini geognostiche del Geoportale della Regione Liguria. I dati disponibili sono consistiti in stratigrafie di campagna con descrizioni generali dei materiali investigati, mentre non sono mai risultate disponibili documentazioni fotografiche delle cassette catalogatrici delle carote di perforazione.

Alla luce di ciò, risulta evidente che la ricostruzione stratigrafica effettuata debba essere considerata preliminare, e che questa debba essere necessariamente verificata nelle future fasi progettuali a valle dell'esecuzione di una adeguata campagna di indagine geognostica, che permetta di definire il modello geologico dell'area in maniera più dettagliata e precisa.

- Le indagini geognostiche eseguite nella zona meridionale dell'area di progetto evidenziano la presenza di un substrato costituito da materiali serpentinitici e depositi argillosi, rispettivamente nelle aree più orientali ed occidentali di tale settore. A valle delle indagini geognostiche da eseguirsi nelle future fasi progettuali, cui si è già accennato nel punto precedente, sarà possibile definire la natura dei suddetti depositi, ad oggi solo ipotizzati.
- La cartografia regionale analizzata non segnala, per l'area in esame, la presenza di un substrato direttamente riconducibile alle pietre verdi o a litotipi basaltici ed affini segnalati con eventuali minerali amiantiferi.  
Integrando però tali indicazioni di base con l'analisi delle stratigrafie dei sondaggi disponibili nella zona, si ha l'evidenza della presenza di un substrato a breccie ofiolitiche nel settore meridionale, tale per cui la presenza di minerali amiantiferi non è da escludersi a priori ma, anzi, da considerarsi possibile, se non probabile.

## 7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Autorità di Bacino (AdB) Regionale, 2017, PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998) Elaborati di piano. Bacino: Varenna, Approvato DCR n. 59 5/10/1999. Ultima variante DGR n.97 del 08/02/2017 in vigore dal 08/03/2017

Autorità di Bacino (AdB) Regionale, 2022, PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998) Elaborati di piano. Bacino: Ambiti 12 e 13, Approvato DCP n. 65 del 12/12/2002. Ultima variante DSG n.115 del 06/12/2021 in vigore dal 12/01/2022

CAPPONI G. & CRISPINI L. (con la collaborazione di Bonci M.C., Cabella R., Cavallo C., Cortesogno L., Fabbri B., Federico L., Firpo M., Gaggero L., Nosengo S., Ottonello G., Piazza M., Perilli N., Piccazzo M., Ramella A., Spagnolo C., Vannucci G. & Vetuschi Zuccolini M.) (2008) - Note Illustrative del Foglio 213-230 "Genova" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. Apat-Regione Liguria, Selca, Firenze.

Comune di Genova e Amga, 1998, Atlante geologico del Comune di Genova

Geoportale Nazionale (2022, website). Punto di accesso nazionale all'informazione ambientale e territoriale (<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>)

INGV (2021, web site). DBMI15: Database Macrosismico Italiano, versione 3.0: sismicità storica dal 1000 al 2021. (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

INGV (2021, web site). ISIDE (Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base): Database dei dati parametrici dei terremoti avvenuti tra il 1° gennaio 1985 ed data odierna: (<http://cnt.rm.ingv.it/>).

INGV (2021, web site) DISS3 (Database of Individual Seismogenetic Sources). Strutture sismogenetiche. (<http://diss.rm.ingv.it/diss/index.php/DISS321>).

INGV (2021, web site). MPS04-S1. Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

ISPRA-SGI 2008, Carta Geologica d'Italia Foglio 213-230 Genova Sc. 1:50:000.

ISPRA (2021, web site). ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults). Catalogo delle faglie capaci. (<https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/default>).

ISPRA (2021, web site). Progetto IFFI: Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia. Cartografia tematica on line (<https://www.progettoiffi.isprambiente.it/>)

Olcese et al. (2005). Genoa debottlenecking project. Quarry and Construction, n. 507, 1-27.

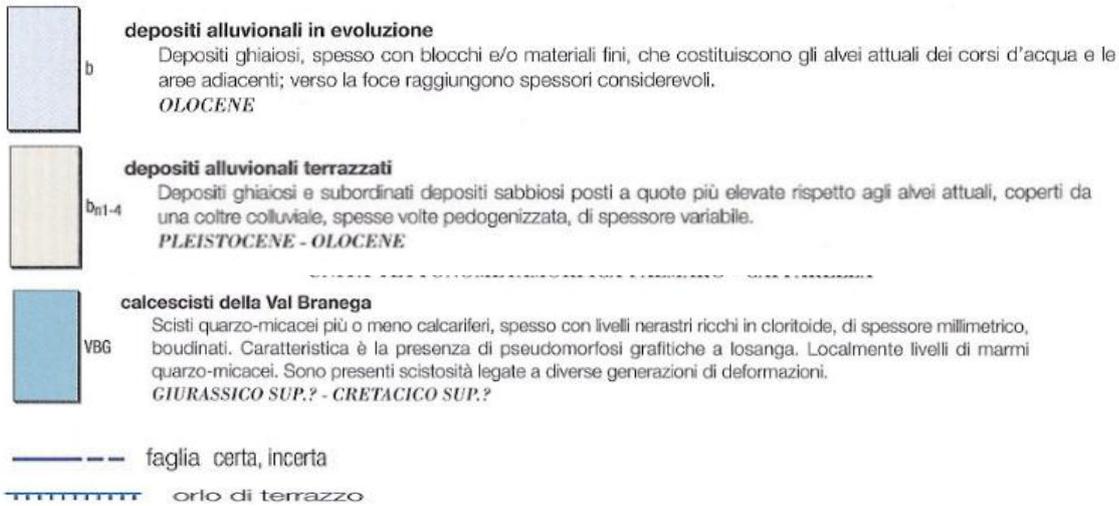
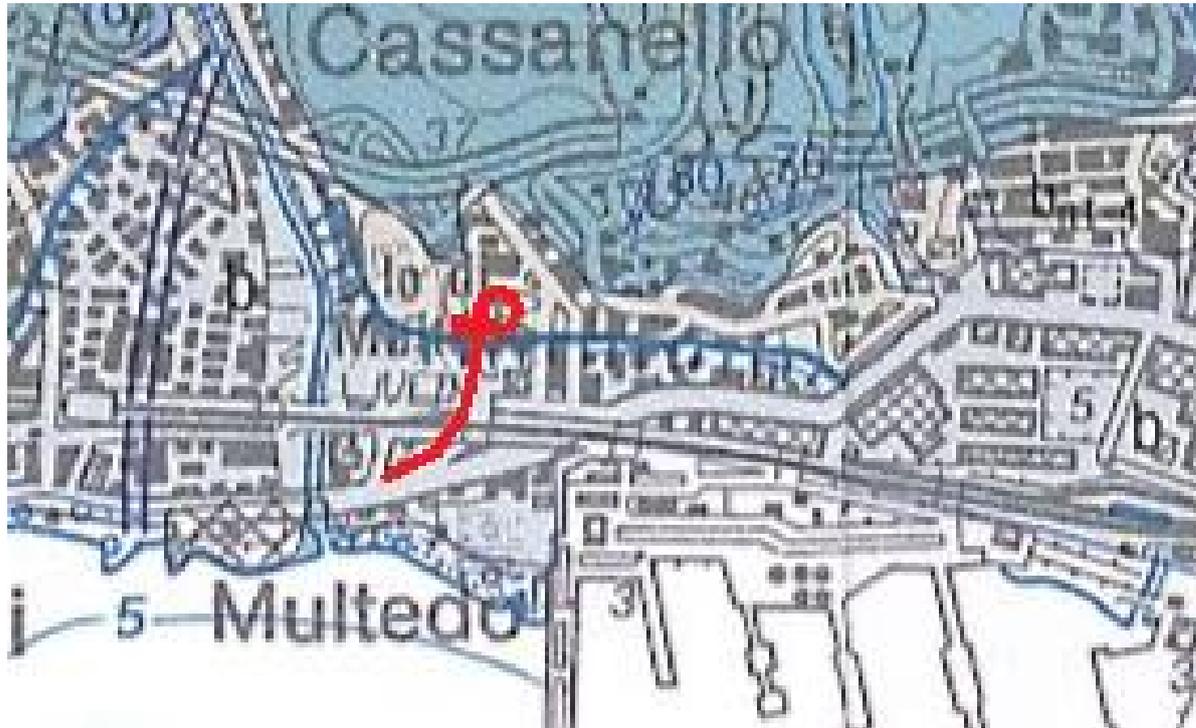
PUC di Genova, 2014, approvato con Decreto Presidente Giunta Regionale n° 44 in data 10 Marzo 2000, confermato con Deliberazione della Giunta Regionale n° 1304 del 5 Novembre 201

Repertorio Cartografico del Geoportale Regione Liguria: (<https://svrcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html>)

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>

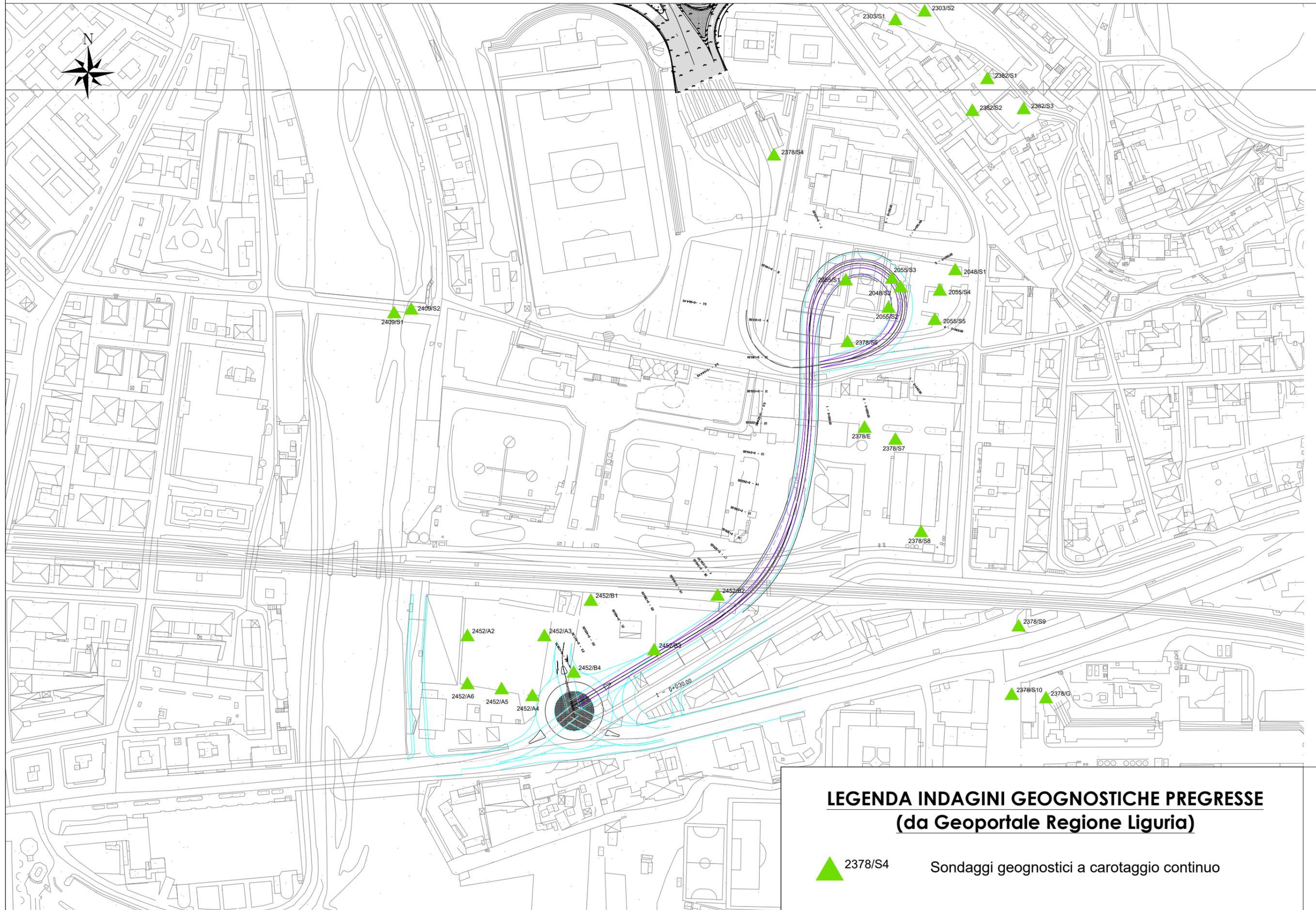
## ALLEGATI

- Cartografia geologica bibliografica – 1:10'000
- Planimetria di ubicazione indagini - Scala 1:2'000



Tracciato di progetto 

Carta Geologica dell'area vasta (scala 1:10'000)  
 da Carta Geologica D'Italia alla scala 1: 50'000 (Progetto CARG)



**LEGENDA INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE  
(da Geoportale Regione Liguria)**

▲ 2378/S4

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo