



COMUNE DI GENOVA

**OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA  
TRATTA CANEPARI RIVAROLO  
SERVIZI DI AGGIORNAMENTO E  
INTEGRAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**

**PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA RAFFORZATO**



|                                                                                           |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Il Progettista:</b><br><br><i>Ing. Mario Bordi</i><br><i>Ordine Ing. Genova n.5723</i> | <b>Il Project Engineering Manager:</b><br><br><i>Ing. Marco Marchesini</i><br><i>Ordine Ing. Roma n. 39603</i>                                          | <b>Il Responsabile Unico del Progetto</b><br><b>Dirigente Grandi Infrastrutture di Trasporto - Area</b><br><b>Project Management Office</b><br><br><i>Ing. Manuela Sciuotto</i><br><i>Ordine Ing. Genova n. 8953</i> |
|                                                                                           | <b>Il Coordinatore per la sicurezza<br/>in fase di Progettazione:</b><br><br><i>Geom. Bruno Bucari</i><br><i>Ordine geom. Genova n.3004</i>             |                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                           | <b>Il Responsabile dell'Integrazione tra le varie<br/>discipline specialistiche:</b><br><br><i>Ing. Mario Bordi</i><br><i>Ordine Ing. Genova n.5723</i> |                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                           | <b>Il Geologo:</b><br><br><i>Dott. Geol. Roberto Pedone</i><br><i>Ordine Geologi della Liguria n 183</i>                                                |                                                                                                                                                                                                                      |

**STUDI E INDAGINI  
GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA  
Relazione geologica e geomorfologica**

| CODICE PROGETTO |                 |  | NOME FILE           |           | REVISIONE     | SCALA:    |
|-----------------|-----------------|--|---------------------|-----------|---------------|-----------|
| PROGETTO        |                 |  | P0_SIGI_GEO_R_001_0 |           |               |           |
| LIV. PROG. ANNO |                 |  | CODICE ELAB.        |           |               |           |
| P0044365 P 25   |                 |  | P0 SIGI GEO R 001   |           | 0             | -         |
|                 |                 |  |                     |           |               |           |
| 2               |                 |  |                     |           |               |           |
| 1               |                 |  |                     |           |               |           |
| 0               | PRIMA EMISSIONE |  | 20/03/2025          | R. PEDONE | M. MARCHESINI | M. BORDI  |
| REV.            | DESCRIZIONE     |  | DATA                | REDATTO   | VERIFICATO    | APPROVATO |



**Comune di Genova**  
**Genova, Italia**

**Metropolitana di Genova Tratta Canepari – Rivarolo**

**Relazione Geologica e Geomorfologica**

**Doc. No. P0\_SIGI\_GEO\_R\_001\_0**

| Rev. | Descrizione     | Preparato da | Controllato da | Approvato da | Data       |
|------|-----------------|--------------|----------------|--------------|------------|
| 0    | Prima Emissione | Pedone       | Marchesini     | Bordi        | 20/03/2025 |





## INDICE

|                                                                                                                                    | Pag.      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LISTA DELLE FIGURE</b>                                                                                                          | <b>2</b>  |
| <b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>                                                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>PREMESSA</b>                                                                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>                                                                                               | <b>6</b>  |
| <b>2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>                                                                                                  | <b>8</b>  |
| <b>3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO</b>                                                                   | <b>9</b>  |
| 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO                                                                                                        | 9         |
| 3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO                                                                                                   | 16        |
| 3.2.1 Elementi idrografici                                                                                                         | 16        |
| 3.2.2 Rischio geomorfologico                                                                                                       | 18        |
| Carta della suscettività al dissesto                                                                                               | 18        |
| Carta del rischio geomorfologico                                                                                                   | 18        |
| 3.2.3 Rischio idraulico                                                                                                            | 19        |
| Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate                                                                     | 19        |
| Carta delle fasce di inondabilità                                                                                                  | 20        |
| Carta del rischio idraulico                                                                                                        | 21        |
| 3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO                                                                                                    | 22        |
| <b>4 VINCOLI</b>                                                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>5 INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICO</b>                                                                                         | <b>25</b> |
| 5.1 SORGENTI SIMOGENETICHE E TETTONICA                                                                                             | 25        |
| 5.2 SISMICITÀ STORICA                                                                                                              | 26        |
| 5.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA                                                                                                        | 28        |
| <b>6 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, STRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO</b>                                          | <b>30</b> |
| 6.1 GEOPORTALE DELLA LIGURIA                                                                                                       | 30        |
| 6.2 PROGETTO ESECUTIVO COLLEGAMENTO PARCO RUGNA/BETTOLO – BIVIO FEGINO VIA CAMPASSO-COCIV 2019 2020                                | 31        |
| 6.3 PROGETTO ESECUTIVO 'OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA BRIN-CANEPAI' DELLA METROPOLITANA DI GENOVA 2021                       | 35        |
| 6.4 PROGETTO PFTE DEL PRESENTE PROGETTO 'OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA CANEPARI-RIVAROLO' DELLA METROPOLITANA DI GENOVA 2021 | 36        |
| 6.5 MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE                                                                                                  | 38        |
| 6.6 CONCLUSIONI                                                                                                                    | 39        |
| <b>REFERENZE</b>                                                                                                                   | <b>40</b> |

## LISTA DELLE FIGURE

|                                                                                                                                                                                    | Pag. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1.1: Planimetria generale opere di progetto                                                                                                                                 | 7    |
| Figura 3.1: Schema tettonico dell'area genovese (Capponi e Crispini, 2008a; scala grafica)                                                                                         | 10   |
| Figura 3.2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 foglio 213-230 "Genova" (da Capponi & Crispini, 2008b). In tratteggio rosso è indicata l'area d'intervento. | 12   |
| Figura 3.3: Stralcio della Carta geologica del PUC del Comune di Genova, foglio 27. In tratteggio rosso è indicata l'area d'intervento.                                            | 13   |
| Figura 3.4: Successione stratigrafica dell'Unità Montanesi (Capponi & Crispini, 2008a)                                                                                             | 14   |
| Figura 3.5: Corso a cielo aperto del Torrente Torbella                                                                                                                             | 16   |
| Figura 3.6: Stralcio della Carta del reticolo idrografico del Piano di Bacino del Torrente Polcevera. In tratteggio rosso l'area di studio.                                        | 17   |
| Figura 3.7: Stralcio della "Carta della suscettività al dissesto" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio                            | 18   |
| Figura 3.8: Stralcio della "Carta del rischio geologico" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.                                    | 19   |
| Figura 3.9: Stralcio della "Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio. | 20   |
| Figura 3.10: Stralcio della "Carta delle fasce di inondabilità" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.                             | 21   |
| Figura 3.11: Definizione delle classi di rischio idraulico (Autorità di Bacino Regionale della Liguria)                                                                            | 21   |
| Figura 3.12: Stralcio della "Carta del rischio idraulico" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.                                   | 22   |
| Figura 3.13: Ubicazione e portate dei pozzi per acqua alla confluenza del Torbella nel Polcevera.                                                                                  | 23   |
| Figura 4.1: Stralcio della "Carta dei principali vincoli territoriali" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.                      | 24   |
| Figura 5.1: Mappa delle Sorgenti Sismogenetiche nel Mar Ligure (Diss Working Group, 2015)                                                                                          | 25   |
| Figura 5.2: Mappa delle Faglie Capaci nella Provincia di Genova (ITHACA, 2019)                                                                                                     | 26   |
| Figura 5.3: Magnitudo dei Terremoti in Liguria estratti dal CPTI15 (♦ area in esame)                                                                                               | 27   |
| Figura 5.4: Intensità massime dei Terremoti Risentiti a Genova, estratte dal CPTI15                                                                                                | 27   |
| Figura 5.5: Carta delle Accelerazioni Massime del Suolo per periodo di ritorno 50 anni (Sito INGV) area in esame)                                                                  | 28   |
| Figura 5.6: Classificazione sismica della Regione Liguria (da <a href="http://www.regione.liguria.it">www.regione.liguria.it</a> )                                                 | 28   |
| Figura 5.7: Analisi di disaggregazione per definizione terremoto dominante dell'area                                                                                               | 29   |
| Figura 5.8: Estratto Carta della Microzone Sismiche in Prospettiva Sismica                                                                                                         | 29   |
| Figura 6.1: Ubicazione Indagini Geognostiche Pregresse (Geoportale Cartografico della Regione Liguria)                                                                             | 31   |
| Figura 6.2: Ubicazione sondaggio 1N della campagna 2019                                                                                                                            | 32   |
| Figura 6.3: Ubicazione sondaggio S02 della campagna 2020                                                                                                                           | 33   |
| Figura 6.4: Ubicazione prova MASW n. 4 della campagna 2020                                                                                                                         | 33   |
| Figura 6.5: Prova MASW: grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati                                                                                                  | 34   |
| Figura 6.6: posizione Prova e Spettro di frequenza della prova HVRS n. 4                                                                                                           | 34   |
| Figura 6.7: Spessore dei depositi alluvionali riscontrati in tutti i sondaggi                                                                                                      | 35   |

---

|              |                                                                                                            |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 6.8:  | Ubicazione dei due sondaggi MIF7 e MIF8, prova Down-Hole (DH7) e della prova MASW (M3) della campagna 2020 | 36 |
| Figura 6.9:  | Prova Down-Hole (M3): grafico interpretativo delle velocità onde P e S degli strati                        | 37 |
| Figura 6.10: | Prova MASW (M3): grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati                                 | 37 |
| Figura 6.11: | Sezione geologica preliminare                                                                              | 38 |

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

|              |                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPT15</b> | Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 versione 4.0               |
| <b>CSS</b>   | Strutture sismogenetica composita ispra                                     |
| <b>HVSR</b>  | Horizontal to Vertical Spectral Ratio                                       |
| <b>ING</b>   | Istituto Nazionale Geofisica                                                |
| <b>ISPRA</b> | Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale                |
| <b>MASW</b>  | Multichannel Analysis of Surface Waves                                      |
| <b>Mw</b>    | Magnitudo di Momento                                                        |
| <b>p.c.</b>  | Piano campagna                                                              |
| <b>PUC</b>   | Piano Urbanistico Comunale                                                  |
| <b>s.l.m</b> | Sul livello del mare                                                        |
| <b>PSAI</b>  | Piano di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico del Torrente Polcevera |
| <b>Vs,eq</b> | Velocità S equivalente                                                      |

## PREMESSA

Il presente documento rappresenta la Relazione Geologica e Geomorfologica redatta a supporto del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, Nuovo Codice, per il prolungamento della metropolitana di Genova lungo la tratta Canepari-Rivarolo.

La soluzione adottata, sviluppata e approvata dal Comune di Genova, è quella "a raso", selezionata tra le diverse alternative di tracciato analizzate nella prima fase dello studio di fattibilità.

Il percorso, che si estende per circa 420 metri, si collega al tronchino di inversione della tratta Brin-Canepari attualmente in corso di realizzazione, proseguendo verso nord sul rilevato ferroviario esistente, in direzione parallela alla linea ferroviaria bivio Succursale/Campasso. Il tracciato si sviluppa lungo il sedime di un binario ferroviario dismesso.

Nell'area di convergenza tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio è prevista la stazione Rivarolo, unica della tratta, accessibile sia da ovest (via alla Stazione di Rivarolo-via Rossini), per l'interscambio con l'omonima stazione FS, sia da est (parcheggio di interscambio di via Pisoni).

A valle della stazione Rivarolo, che andrà costituire il nuovo capolinea, è prevista un tronchino di inversione a doppio binario, anch'esso confinato tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio. La tratta termina in corrispondenza dello slargo di via Duria poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

Secondo quanto sviluppato nel citato studio di fattibilità, il progetto risulta compatibile con un'eventuale futura estensione della linea metropolitana verso la Vapolcevera.

In particolare, l'eventuale prolungamento prevederà una significativa modifica della livelletta a valle della stazione Rivarolo (da ponte Rossini in poi), per realizzare il sottoattraversamento dei binari ferroviari correnti lungo la sponda sinistra del Polcevera.

L'area di progetto interessa il quartiere di Rivarolo di Genova, un quartiere in sinistra idrografica del torrente Polcevera, situato a circa 3 chilometro dalla foce del torrente (Figura 1.0). Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area di studio è individuabile all'interno del Foglio 82 "Genova" in scala 1:100000, nella Tavoleta 82-II-NE "Sestri Ponente" in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Liguria in scala 1:10000 all'elemento 213150.

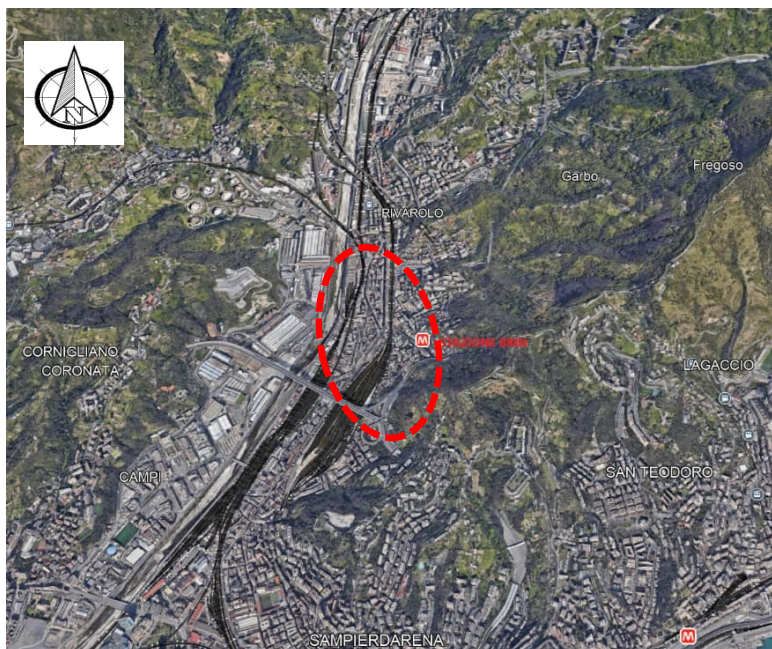


Figura 1.0: Corografia dell'area di studio (cerchio tratteggiato in rosso)

## 1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il tracciato si sviluppa per circa 420 metri e si innesta alla progr. Km 0+749.007 BP della tratta Brin-Canepari, proseguendo verso nord, a raso, lungo il rilevato ferroviario esistente. La linea si estende parallelamente alla ferrovia bivio Succursale/Campasso.

L'interasse tra i binari, con il binario pari situato a est e il dispari a ovest, è stato mantenuto a 2,90 m, in conformità con la configurazione attuale della linea in esercizio per la tratta precedente.

Da sud verso nord, oltre alla stazione di Rivarolo sono previste le seguenti opere d'arte principali: scavalco torrente Torbella, scavalco via Pisoni, scavalco via Rossini.

Il viadotto Torbella è costituito da un impalcato metallico a via inferiore a singola campata. L'impalcato scavalca l'alveo del torrente Torbella e le 2 viabilità locali poste sui 2 argini. L'opera viene realizzata in seguito al nuovo ponte della linea ferroviaria Campasso, che prevede la demolizione dell'intera struttura esistente, per cui l'impatto sarà soltanto con una ridotta parte di rilevato di nuova realizzazione. Da questo punto, il tracciato prosegue su opere di sostegno e affronta un'ampia curva verso sinistra, lungo la quale è collocata la stazione Rivarolo, situata tra le linee ferroviarie Campasso e Fegino/Bersaglio.

La stazione Rivarolo, nuovo capolinea, ha una configurazione a banchine laterali, ubicate a quota rilevato, quindi a cielo aperto. A causa dei notevoli vincoli costituiti dalle ferrovie adiacenti, la via di corsa in banchina è in curva di raggio 500m. Le banchine sono coperte da una pensilina metallica e sono accessibili tramite un atrio posto a quota strada (via Rossini / via Pisoni), realizzato mediante scavo di svuotamento del rilevato ferroviario. Il volume di scavo è a sua volta confinato da paratie perimetrali costituite da pali di grande diametro. Alla stessa quota dell'atrio sono inoltre ubicati i locali tecnici a servizio della metropolitana, ricompresi nel medesimo volume di scavo. L'accessibilità all'atrio e ai locali tecnici è assicurata attraverso opportuni sottoattraversamenti della realizzanda linea ferroviaria Fegino-Campasso sul lato ovest e della linea Fegino-Bersaglio in esercizio sul lato est.

Procedendo verso nord, il tracciato continua la sua curva e sovrappassa in successione via Pisoni (con impalcato a sezione mista) e via Rossini tramite un cavalcavia a via inferiore in acciaio, che comporterà la demolizione della struttura esistente.

In questa zona e fino a fine tratta, la linea è delimitata da opere di sostegno, in particolare verso ovest, dove i binari della linea Campasso si trovano a una quota superiore di alcuni metri.

In corrispondenza del ponte Rossini il tracciato ospita una comunicazione pari-dispari necessaria all'inversione di marcia dei treni. Questa comunicazione, ubicata in retrostazione sul tronchino di inversione, si somma alle 2 comunicazioni configurate a cappello di prete già previste nella tratta precedente (attuale tronchino di inversione in retrostazione a Canepari).

Nella tratta terminale del tronchino a nord del ponte Rossini, la linea affronta una nuova curva verso sinistra per mantenere una distanza adeguata dalle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, che in questo punto iniziano a divergere. Il tronchino di manovra termina in corrispondenza dell'area di parcheggio via Duria, poco prima del sedime ferroviario esistente di Rivarolo.

A causa dei vincoli legati al tracciato e alla funzionalità della stazione, nella parte iniziale della tratta è stato necessario ampliare la piattaforma metropolitana verso est rispetto all'attuale area ferroviaria, occupando alcune zone attualmente destinate a cortili condominiali. Nella parte terminale, in corrispondenza della biforcazione delle linee Campasso e Fegino/Bersaglio, il tracciato si mantiene tra le due, uscendo dal rilevato esistente e occupando parzialmente lo slargo di via Duria, che nel precedente PFTE risultava interrotto. Nel nuovo progetto, il tracciato è stato ridotto per garantire la continuità di via Duria, almeno fino all'eventuale futuro prolungamento della linea metropolitana.



Figura 1.1: Planimetria generale opere di progetto

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ Piano di Bacino del Torrente Polcevera (D.C.P. n° 14 del 02/04/2003 e ss.mm.ii.);
- ✓ Piano Urbanistico Comunale di Genova di cui al D.D. n.2015/118.0.0/18 ed entrata in vigore il 03/12/2015;
- ✓ L.R. n.4 del 22/01/1999, "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico";
- ✓ Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio n.2000/60/CE del 23/10/2000, "Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque";
- ✓ O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e ss.mm.ii., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni;
- ✓ O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- ✓ D.G.R. n.1308 del 24/10/2008, "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" e ss.mm.ii.;
- ✓ D.M. 17/01/2018, "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

I seguenti paragrafi illustrano gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area vasta del sito in esame.

#### 3.1 Inquadramento geologico

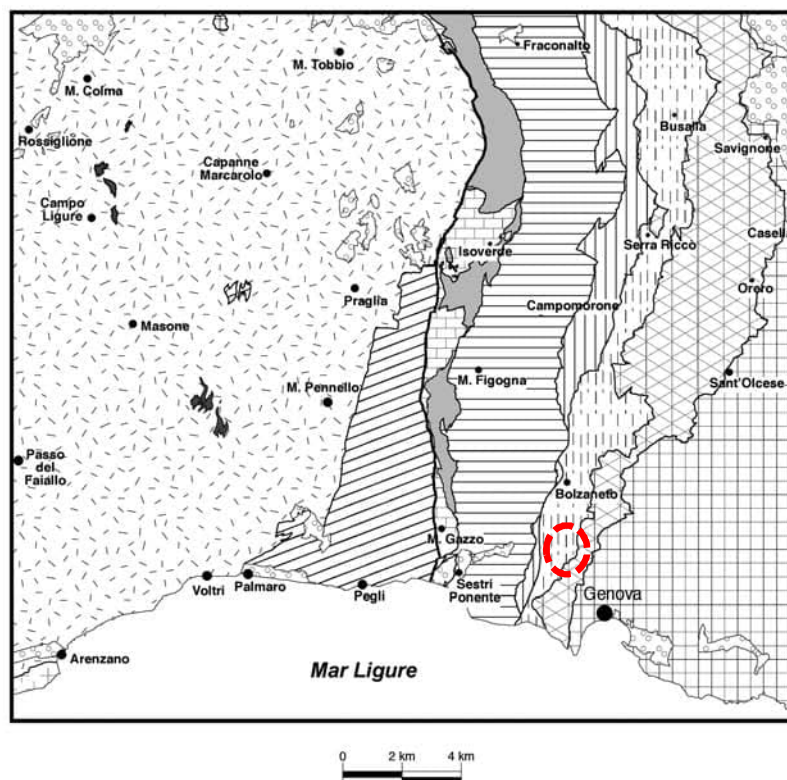
L'area in esame si inserisce in un settore di grande complessità strutturale che rappresenta un'area di transizione tra la catena alpina e quella appenninica. L'area infatti comprende unità delle Alpi liguri che sono state dapprima coinvolte nell'evoluzione alpina a livelli più o meno profondi e che, 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 creazione nell'area circostante la bassa valle del Polcevera di due complessi geologici, uno occidentale ed uno orientale, rispetto all'asse della Val Polcevera (Figura 3.1):

- ✓ 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, 2008a). 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, 2008a), essendo principalmente interessate e strutturate durante le fasi appenniniche a seguito della rotazione del blocco Sardo-Corso.

## SCHEMA TETTONICO



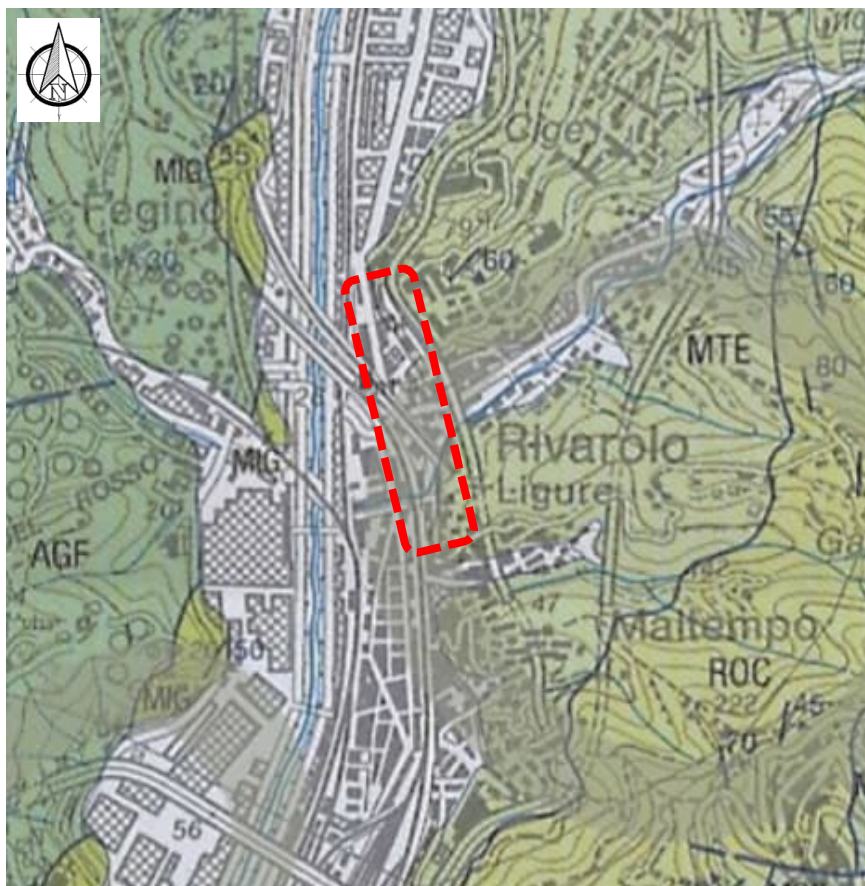
|  |                                  |  |                                               |
|--|----------------------------------|--|-----------------------------------------------|
|  | Depositi tardo- e post-orogenici |  | Unità tettonometamorfica Cravasco - Voltaggio |
|  | Unità tettonica Antola           |  | Unità tettonometamorfica Gazzo - Isoverde     |
|  | Unità tettonica Ronco            |  | Unità tettonometamorfica Palmaro - Caffarella |
|  | Unità tettonica Montanesi        |  | Unità tettonometamorfica Voltri               |
|  | Unità tettonica Mignanego        |  | Unità tettonometamorfica Angassino - Terma    |
|  | Unità tettonometamorfica Figogna |  | Unità tettonometamorfica Arenzano             |

Figura 3.1: Schema tettonico dell'area genovese (Capponi e Crispini, 2008a; scala grafica)

Dal contesto geologico dell'area circostante l'area del progetto, riportato in letteratura e rappresentato in Figura 3.2 (ISPRA, 2008, Foglio n. 213-230: Carta Geologica d'Italia alla scala 1 a 50:000) e Figura 3.3 (Carta geologica del PUC di Genova) l'area di progetto ricade al contatto tra:

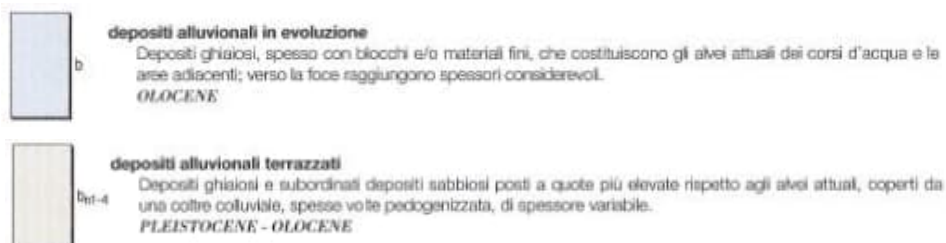
- ✓ le **alluvioni fluviali in evoluzione (b)** del Polcevera e degli affluenti Torbella e Maltempo;
- ✓ le **Argilliti di Montanesi (MTE)**, costituite da argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere (Cretaceo Superiore), appartenenti all'omonima Unità Tettonica di Montanesi.

A quote più elevate rispetto al fondovalle si riscontrano alcuni **depositi alluvionali terrazzati (bn1-4, Pleistocene – Olocene)**.



### Legenda

#### Depositi quaternari



## Depositi mesozoici cretaciici

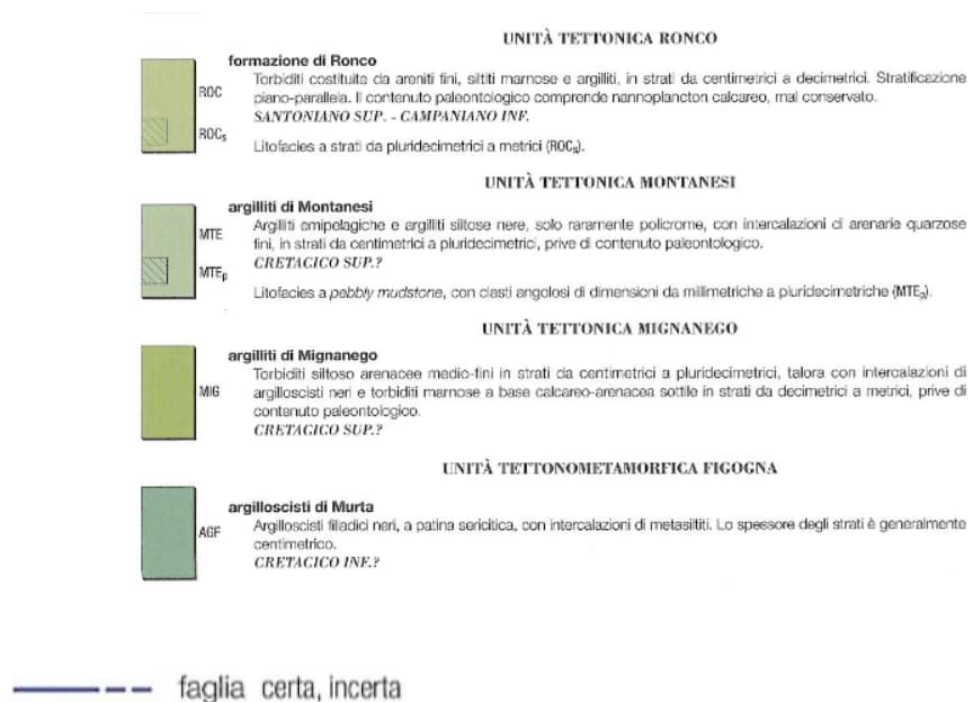
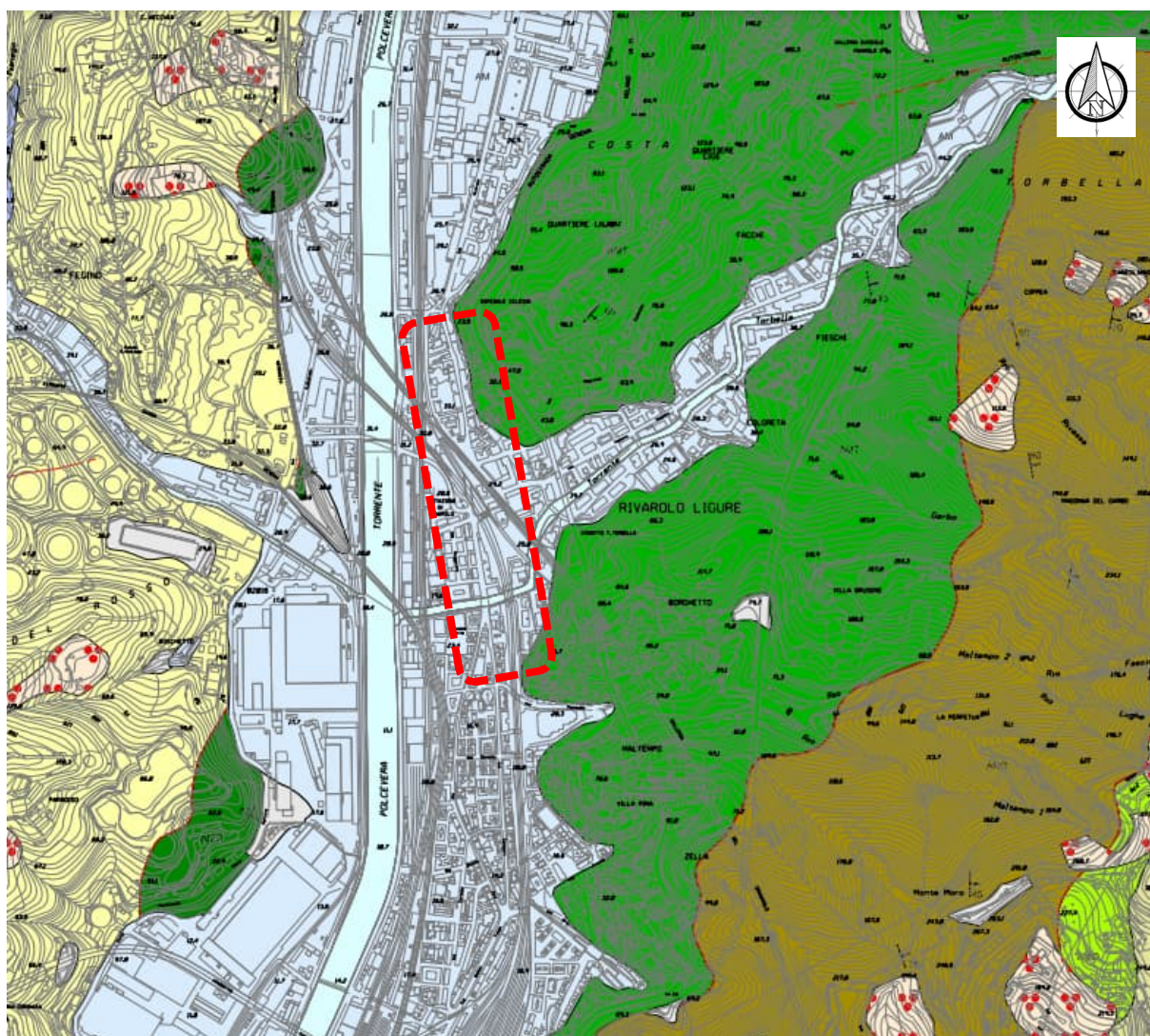


Figura 3.2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 foglio 213-230 "Genova" (da Capponi & Crispini, 2008b). In tratteggio rosso è indicata l'area d'intervento.



### Legenda

|                                         |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | RIP | Riparti artificiali e discariche<br>Depositi vari rimaneggiati                                                                                                                                                                                     |
|                                         | CD  | Coltri eluvio-colluviali di<br>importanza particolare                                                                                                                                                                                              |
|                                         | AA  | Sedimenti di alveo                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                         | AM  | Sedimenti alluvionali e marini<br>Depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quota<br>più elevata rispetto agli alvei attuali o<br>all'attuale livello del mare, talvolta terrazzati<br>e/o coperti da coltri eluvio-colluviali di<br>spessore variabile |
| <b>UNITÀ TETTONICA RONCO</b>            |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SANTONIANO SUP.<br>CAMPANIANO INF.      |     | ARO<br>Formazione di Ronco<br>Torbiditi costituite da areniti fini,<br>siltiti marnose e argilliti                                                                                                                                                 |
| <b>UNITÀ TETTONICA MONTANESI</b>        |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRETACICO INF.                          |     | AMT<br>Argilliti di Montanesi<br>Argilliti emipaglie e argilliti siltose nere,<br>solo raramente policrome con intercalazioni<br>di arenarie quarzose fini                                                                                         |
| <b>UNITÀ TETTONICA MIGNANEGO</b>        |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRETACICO INF.                          |     | AMG<br>Argilliti di Mignanego<br>Torbiditi siltose arenacee medio fini con<br>intercalazioni di argilliti neri e torbiditi<br>marnosi a base calcareo-arenacea                                                                                     |
| <b>UNITÀ TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA</b> |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRETACICO INF.                          |     | AMF<br>Argilliti di Murta<br>Argilliti filadici neri con intercalazioni di metasiliti                                                                                                                                                              |
|                                         |     | PMF<br>Argilliti di Costagiutta<br>Alternanza di argilliti calcari cristallini e metapeliti                                                                                                                                                        |

Figura 3.3: Stralcio della Carta geologica del PUC del Comune di Genova, foglio 27. In tratteggio rosso è indicata l'area d'intervento.

Depositi alluvionali (b)

Si tratta di depositi alluvionali di età olocenica costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbioso limosa e sabbioso argillosa, da scarsa ad abbondante. Talora sono presenti blocchi e/o lenti isolate di materiali fini. Al tetto delle alluvioni è presente una copertura pressoché continua di terreni di riporto, generalmente grossolani, in spessori mediamente compresi tra i 2-4 metri. La risalita del mare ed il sollevamento dell'area durante l'Olocene hanno favorito l'aggradazione dei depositi alluvionali delle piccole piane costiere e la genesi di evidenti terrazzi fluviali. Riguardo alle piane costiere, recenti indagini geognostiche hanno messo in evidenza uno spessore di oltre 60 m della coltre alluvionale del torrente Polcevera nella zona di foce, confermando la presenza della struttura del canyon sottomarino anche nella porzione emersa del margine. In questo caso ai depositi alluvionali grossolani si intercalano, verso il basso, depositi fini di origine fluviale e marina e/o di transizione, in spessori di potenza anche decametrica. Si tratta per lo più di argille limose grigie, a bassa plasticità, con rari frammenti conchigliari e puntature nerastre; a luoghi si rinvencono resti lignei indecomposti; tali depositi hanno rivelato età olocenica (circa 6000-8000 anni) (Brandolini et alii, 2002).

Età: Olocene

Depositi alluvionali (bn1-4)

Sono ghiaie poligeniche ed eterometriche, da subangolose ad arrotondate, in matrice sabbioso limosa e sabbioso argillosa da scarsa ad abbondante. Talora sono presenti blocchi e/o lenti di materiali fini sabbioso limosi o limoso sabbiosi. Al tetto può essere presente uno spessore di coltre eluviale o copertura di materiale di riporto, generalmente grossolano, di spessore mediamente compreso tra i 2-4 metri. Occupano la piana alluvionale del torrente Polcevera e perimetrano l'alveo del Torrente Torbella dalla confluenza nel Polcevera verso monte sino a nord di Fischei.

Età: Pleistocene- Olocene

Argilliti di Montanesi (MTE)

La formazione delle Argilliti di Montanesi appartiene all'Unità tettonica Montanesi che affiora nel versante in sinistra idraulica del torrente Polcevera, a partire dal fondovalle fino al contatto tettonico con l'Unità tettonica Ronco. Il limite superiore dell'Unità non è mai direttamente osservabile ma si assiste ad un progressivo incremento del grado di disturbo tettonico (scompaginazione degli strati e clastesi). Il limite inferiore, anch'esso tettonico, con l'Unità tettonica Mignanego non è visibile poiché coperto dalle alluvioni di fondovalle.

Le Argilliti di Montanesi consistono di torbiditi a metamorfismo di anchizona, costituite da argilliti emipelagiche e argilliti siltose nere, solo raramente policrome, in strati da centimetrici a pluri-decimetrici, con intercalazioni di arenarie siltose fini laminate, grigie, di spessore da centimetrico a pluri-centimetrico (Figura 3.4).

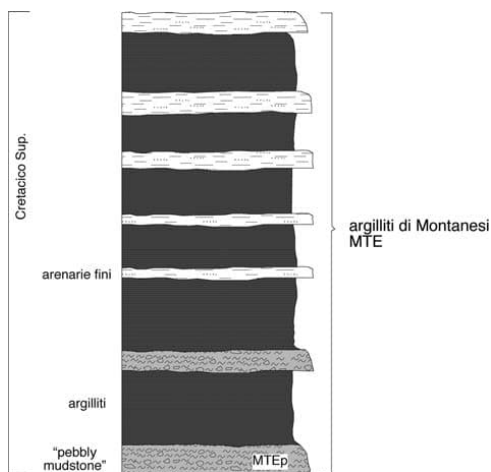


**Figura 3.4: Successione stratigrafica dell'Unità Montanesi (Capponi & Crispini, 2008a)**

In accordo con quanto riportato in bibliografia, il rapporto arenaria/pelite è mediamente pari a 1:10. Sono presenti numerose vene di quarzo di spessore centimetrico. Le superfici di laminazione risultano lisce, con ossidazione superficiale e sviluppo di patine limoso-argillose. La stratificazione raramente appare poco disturbata e dove questo si verifica le giaciture sono vergenti mediamente verso E. Localmente si osserva una pseudo-stratificazione indotta da pieghe isoclinali strizzate a piccolo raggio con interruzione della continuità degli strati arenacei, sempre con immersione verso i quadranti orientali; tali strutture potrebbero essere indotte da fenomeni di trascinamento legati a piani di thrust sub-paralleli alla stratificazione. La foliazione suddivide l'ammasso in lithons di aspetto scaglioso, che sono interessati da fenomeni di pedogenesi fino a 5-6 m di profondità.

L'ambiente di formazione suggerito dall'associazione litologica è quello di una piana emipelagica. A causa di un diffuso 'slaty cleavage', le rocce presentano una marcata fissilità. Come per altre formazioni polideformate, lo spessore reale non è quantificabile oggettivamente: Ellero (2000) riporta uno spessore apparente di circa 1800 m.

Non è presente alcun contenuto paleontologico significativo: un'età cenomaniana-turoniana è ipotizzabile per analogia con le unità omologhe della Val Lavagna (Marini, 1998).

Età: Cenomaniano-Turoniano

### 3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il bacino del torrente Polcevera sottende una superficie complessiva pari a circa 138 km<sup>2</sup> e raggiunge la sua quota massima sul livello del mare in corrispondenza della vetta del monte Taccone (1.113 m). Il torrente Polcevera trae origine dalla confluenza del torrente Verde con il torrente Riccò, nei pressi di Pontedecimo, e l'asta principale scorre con andamento meridiano per 22 km, sfociando in mare in prossimità di Cornigliano.

La Val Polcevera è dominata dalle successioni di argilloscisti, argilliti ed unità flyschoidi, che determinano morfologie morbide sebbene caratterizzate da versanti ripidi. Il reticolo idrografico è poco gerarchizzato, anche per l'elevata acclività dei versanti.

La morfologia generale circostante l'area di progetto, posto sulla piana alluvionale in sponda sinistra del torrente Polcevera, è collinare, tipica del genovese. In prossimità infatti dell'area in studio, la collina è interrotta al piede dall'ampia spianata alluvionale del torrente Polcevera, larga in questo tratto fino a 600 m, avente orientazione circa N-S ed il cui corso è regimato e delimitato da argini artificiali. I rilievi collinari sono solcati dagli affluenti dello stesso torrente Polcevera, che nell'ambito dell'area di intervento sono il Rio Maltempo e il Rio Torbella, affluenti di sinistra idrografica del Torrente Polcevera, aventi direzione rispettivamente E-W e NE-SW. Il Rio Maltempo, come molti altri corsi d'acqua della città, è tombato nella parte più urbanizzata, circa dalla confluenza nel Polcevera per circa 600 m verso monte. Il Rio Torbella scorre invece a cielo aperto con alveo spesso delimitato da muri e/o argini artificiali (Figura 3.5).



Figura 3.5: Corso a cielo aperto del Torrente Torbella

Va sottolineato come l'urbanizzazione della zona del sito ha comportato una sua preventiva regolarizzazione morfologica tramite la collocazione di riporti, con spessori fino a diversi metri nelle zone più depresse e avvallata

#### 3.2.1 Elementi idrografici

La tettonica plio-quadernaria ha condizionato profondamente l'idrografia di superficie del versante ligure tirrenico. I bacini risultano, in quest'area, modellati prevalentemente dall'azione delle acque di ruscellamento ed incanalate e presentano un reticolo mediamente poco gerarchizzato.

Il reticolo idrografico è costituito dal torrente Polcevera e da una serie di rivi minori, impostati in corrispondenza delle principali discontinuità stratigrafiche o tettoniche. L'evoluzione recente della piana della Val Polcevera è stata totalmente condizionata, negli ultimi 150 anni, dagli interventi antropici; infatti, il sistema fluvio-costiero si presenta oggi imbrigliato da imponenti strutture portuali e da opere di regimazione dell'alveo che hanno drasticamente ridotto la dinamica naturale, i rivi sono stati progressivamente incanalati e coperti, diventando parte integrante del sistema fognario urbano. Nel tratto di foce, inoltre, le regimazioni dell'asta torrentizia del Polcevera hanno ridotto la sezione di deflusso da 450 m a meno di 100 m, aumentando il rischio dei fenomeni alluvionali e di esondazione, sempre più ricorrenti nell'area (Brandolini et alii., 1994). In Figura 3.6 si riporta uno stralcio della Carta del reticolo idrografico del Piano di bacino stralcio per la tutela del rischio idrogeologico del torrente Polcevera (Città metropolitana di

Genova (2017). Come anticipato nel paragrafo precedente nell'ambito dell'area di intervento i corsi idrici sono il Rio Maltempo e il Rio Torbella, aventi direzione rispettivamente E-W e NE-SW, affluenti di sinistra idrografica del Torrente Polcevera.

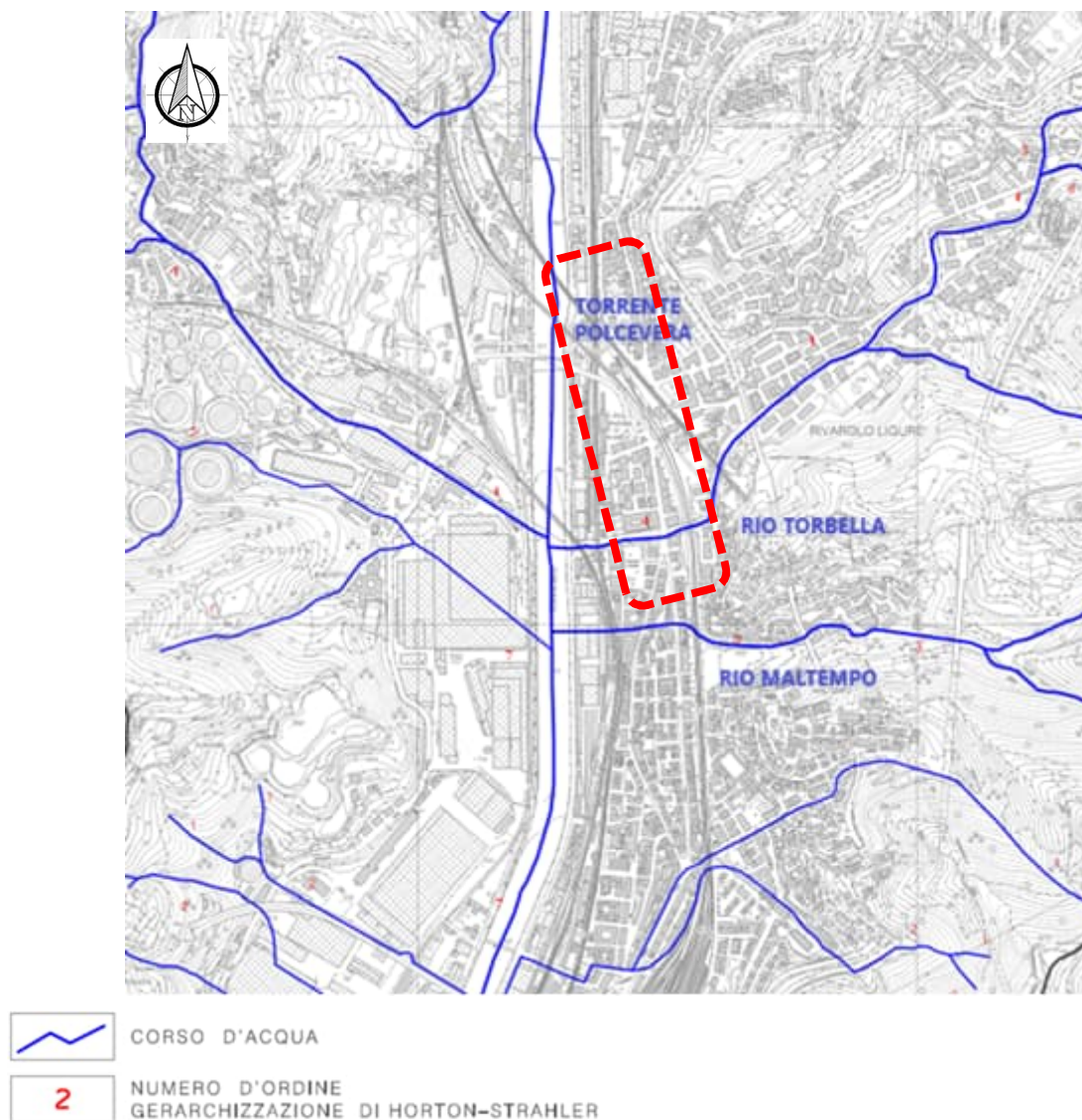


Figura 3.6: Stralcio della Carta del reticolo idrografico del Piano di Bacino del Torrente Polcevera. In tratteggio rosso l'area di studio.

### 3.2.2 Rischio geomorfologico

Per quanto riguarda la valutazione del rischio geologico e geomorfologico si è fatto riferimento agli elaborati del Piano di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico del Torrente Polcevera (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale) (in seguito PSAI) dell'Autorità di Bacino regionale della Liguria (Città metropolitana di Genova (2017); in particolare la documentazione disponibile per il Bacino del Polcevera, approvato con D.C.P. n.14 del 02/04/2003 (ultima variante approvata con D.D.G. n.88 del 10/04/2017), in particolare alla cartografia della suscettività al dissesto ed alla carta del rischio geologico del Bacino del Polcevera.

#### Carta della suscettività al dissesto

La carta della suscettività al dissesto deriva dalla sovrapposizione di informazioni di carattere geologico e geomorfologico quali la tipologia di formazione geologica, l'acclività dei versanti, l'uso del suolo e la situazione geomorfologica di dettaglio. Ad ogni classe è associato un "peso relativo", che contribuisce alla definizione delle sei classi di suscettività, comprese tra molto bassa e molto elevata.

Lo stralcio della carta della suscettività al dissesto, riportata in 3.7, indica una suscettività molto bassa in riferimento alla generalità del tracciato in progetto; mentre nelle zone ai piedi dei versanti collinari la suscettività diventa di grado basso e medio.

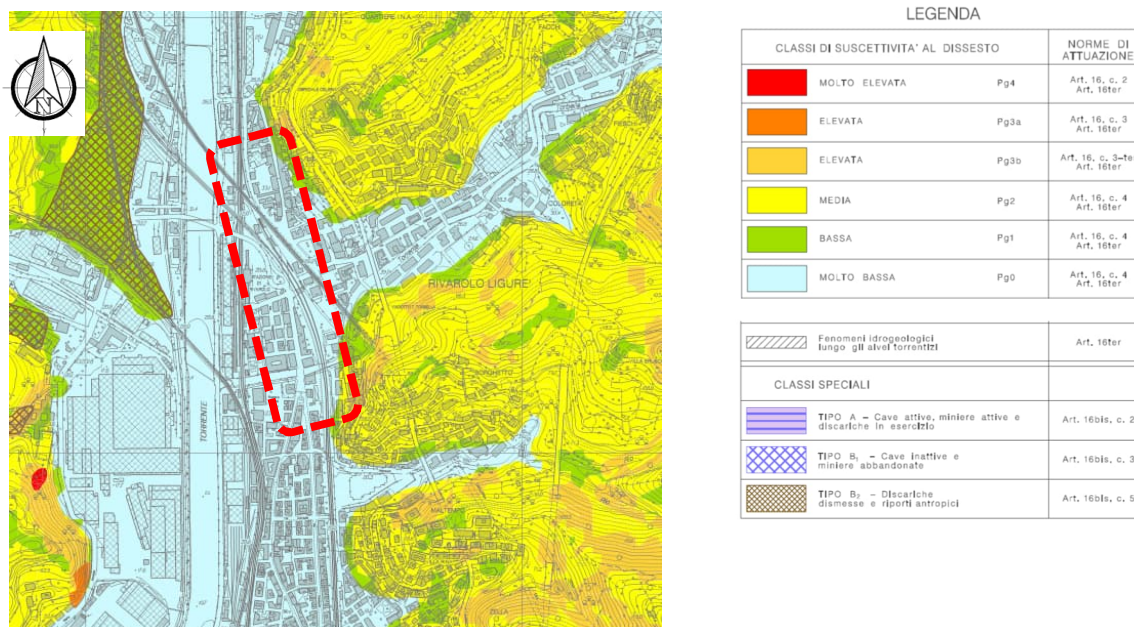


**Figura 3.7:** Stralcio della “Carta della suscettività al dissesto” dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio

#### Carta del rischio geomorfologico

La carta del rischio geologico deriva dalla sovrapposizione tra la pericolosità geomorfologica e gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo. L'area di intervento è caratterizzata da un rischio lieve o trascurabile (R0), mentre anche in questo caso nelle zone ai piedi dei versanti collinari il rischio diventa di grado moderato e medio (Figura 3.8).

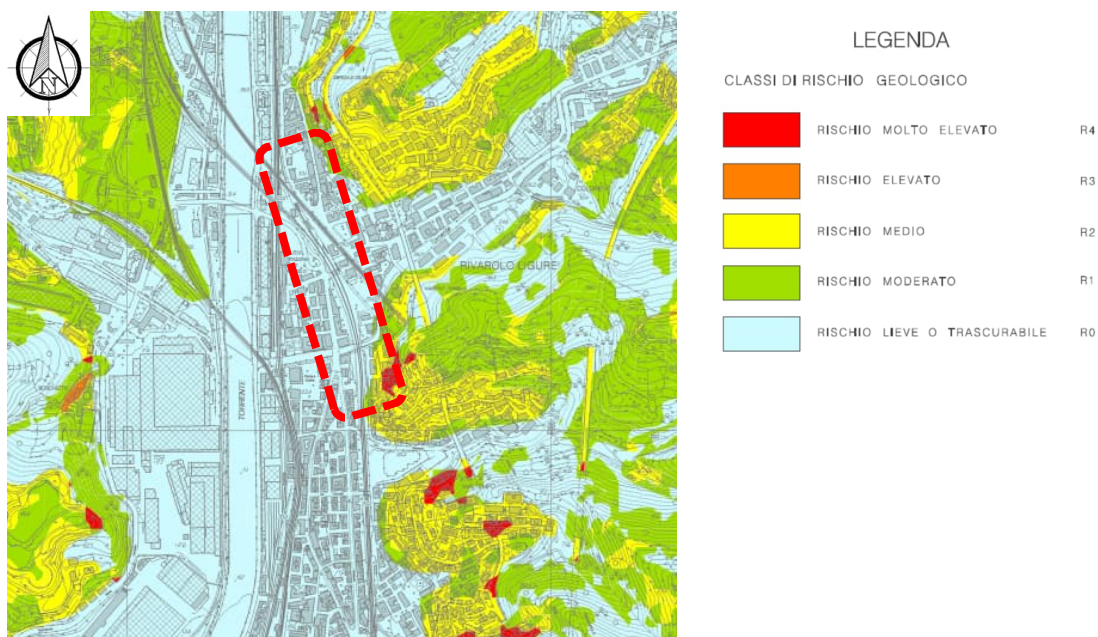


Figura 3.8: Stralcio della “Carta del rischio geologico” dell’Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l’area di studio.

### 3.2.3 Rischio idraulico

Per quanto riguarda la valutazione del rischio idraulico si è fatto riferimento agli elaborati del PSAI, in particolare alla cartografia delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate, alla carta delle fasce di inondabilità e, infine, alla carta del rischio idraulico del Bacino del Polcevera.

#### Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate

La carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate riporta le mappature relative alle aree inondate come individuate con DGR 594/01. La carta è integrata con le aree interessate dall’evento del 4 ottobre 2010, del 4 novembre 2011 e del 14/15 novembre 2014, come individuate dalla Regione Liguria.

La cartografia individua aree inondabili e storicamente inondate con periodo di ritorno di 50 anni in corrispondenza delle aree a livello stradale lungo l’area di intervento, in particolare Via Canepari, piazzale Palli, Passo Torbella e Parcheggio di Interscambio Rivarolo-Pisoni (Figura 3.9). Nell’area di intervento sono perimetrate alcune aree interessate dall’alluvione del 2014 in corrispondenza della Piazza Pallavicini e le strade di Via Roggerone e Via Rossini.

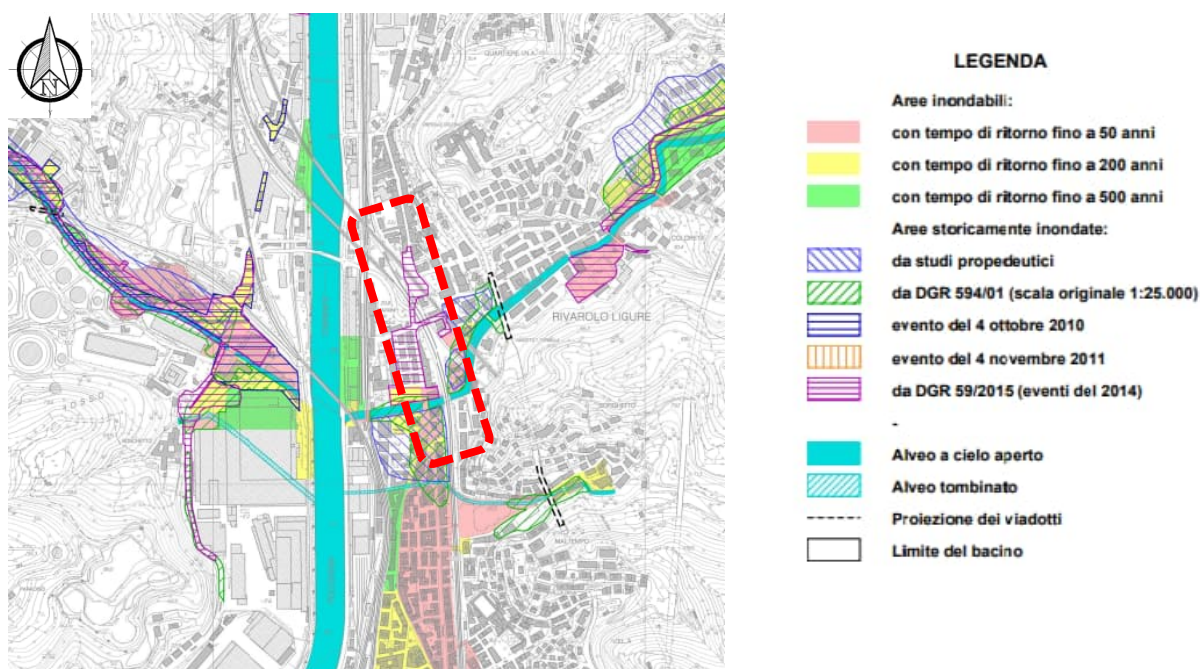


**Figura 3.9:** Stralcio della “Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate” dell’Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l’area di studio.

### Carta delle fasce di inondabilità

La carta delle fasce di inondabilità, della quale si riporta uno stralcio in Figura 3.10, riporta le seguenti fasce:

- ✓ Fascia A: aree perfluviali inondabili al verificarsi dell’evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  $T=50$  anni;
- ✓ Fascia B: aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell’evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  $T=200$  anni;
- ✓ Fascia C: aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell’evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente al periodo di ritorno  $T=500$  anni o, se più estese, aree storicamente inondate;
- ✓ Fascia B\* (ovvero A\*): aree storicamente inondate, per le quali non siano avvenute modifiche definitive del territorio tali da escludere il ripetersi dell’evento, ovvero aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altre evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell’ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all’individuazione delle fasce di inondabilità.

Nell’area di intervento sono individuate le seguenti fasce di inondabilità:

- in Fascia A: Via Canepari, piazzale Palli, Passo Torbella e Parcheggio di Interscambio Rivarolo-Pisoni;
- in Fascia B: Zona Via Roggerone-Via Rossini, Piazza Pallavicini.

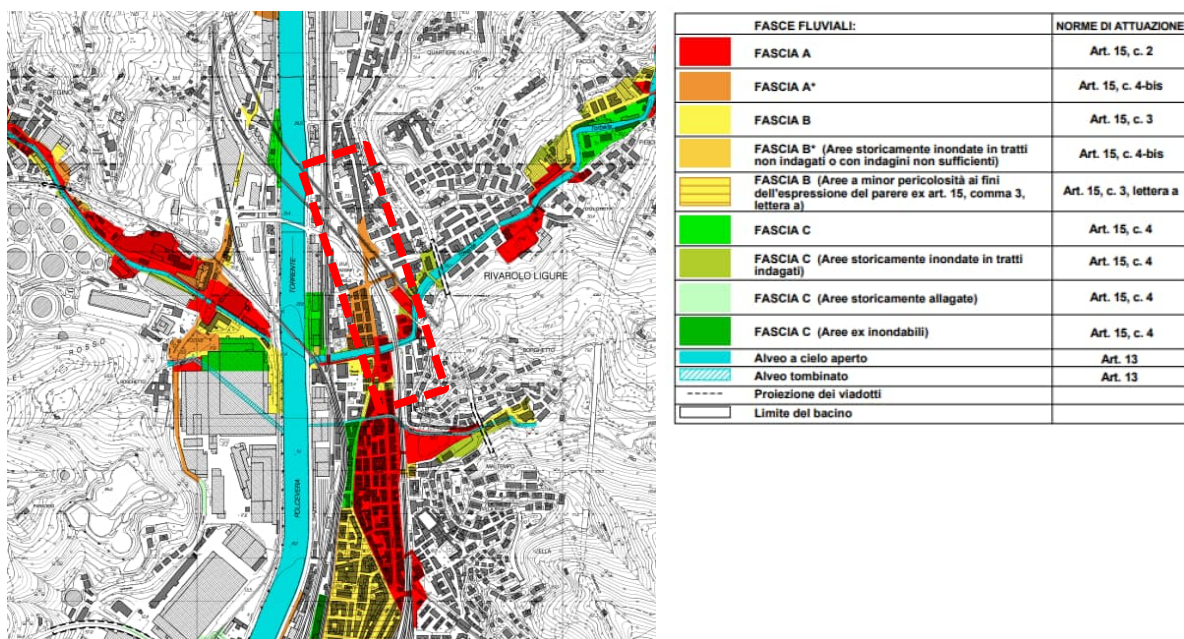


Figura 3.10: Stralcio della “Carta delle fasce di inondabilità” dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.

### Carta del rischio idraulico

Analogamente alla carta del rischio geologico, anche la carta del rischio idraulico è stata definita a partire dagli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, così come indicato nella Relazione generale allegata al Piano di Bacino Stralcio del torrente Polcevera (Figura 3.11). Tale tematismo è stato sovrapposto alla cartografia delle fasce fluviali, così come definite nella “Carta delle fasce di inondabilità” descritte in precedenza; il rischio idraulico è stato così suddiviso in 5 classi a rischio crescente tra R0 e R4.

| Elementi a rischio | Fasce fluviali        |                      |                  |
|--------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
|                    | 200<T<500<br>fascia C | 50<T<200<br>fascia B | T<50<br>fascia A |
| E0                 | R0                    | R1                   | R1               |
| E1                 | R1                    | R2                   | R3               |
| E2                 | R2                    | R3                   | R4               |
| E3                 | R2                    | R4                   | R4               |

Figura 3.11: Definizione delle classi di rischio idraulico (Autorità di Bacino Regionale della Liguria)

Nell'area di intervento il rischio idraulico è molto elevato in tutte le zone a livello strada del rilevato di progetto: Via Canepari, piazzale Palli, Via Rossini, Via Roggerone, Passo Torbella, Parcheggio di Interscambio Rivarolo-Pisoni e Piazza Pallavicini (Figura 3.113.12).

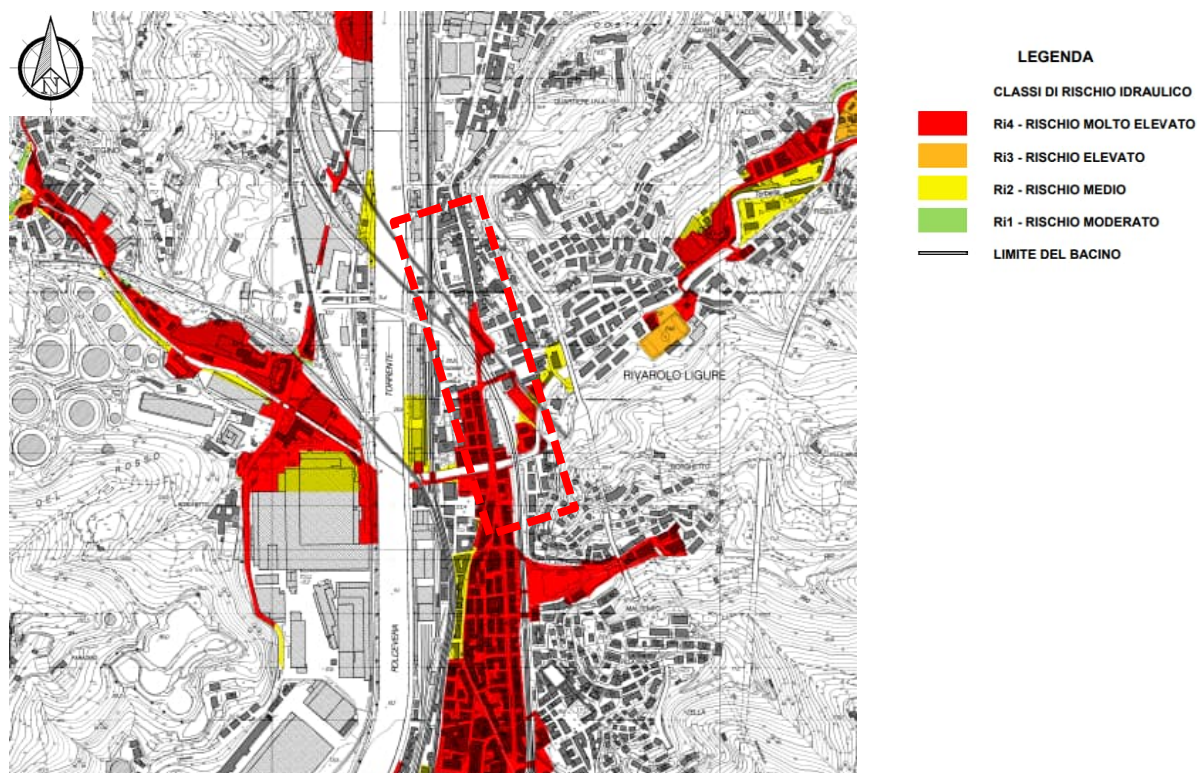


Figura 3.12: Stralcio della “Carta del rischio idraulico” dell’Autorità di Bacio Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l’area di studio.

### 3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In linea generale, il versante in destra idraulica ed il fondovalle del torrente Polcevera sono caratterizzati dalla presenza di un substrato prevalentemente argillitico (Argilliti di Mignanego e Argilloscisti di Murta), avente permeabilità da bassa a molto bassa, mentre in sinistra idraulica è cartografato un substrato flyschoidale (Argilliti di Montanesi), che presenta generalmente una permeabilità maggiore rispetto alle argilliti e, comunque, una permeabilità per fessurazione nei settori più intensamente tettonizzati.

L’area di fondovalle del torrente Polcevera è colmata da uno spessore variabile di sedimenti alluvionali, perlopiù grossolani, che sono sede di un acquifero freatico di particolare rilevanza, in quanto caratterizzato da notevole estensione areale e discreta trasmissività. Il deposito alluvionale è dato da ghiaie in matrice sabbiosa e limosa con alternanze di episodi più francamente limosi, sia in livelli sottili, sia con potenze di ordine metrico. Si rileva un complessivo aumento di granulometria in direzione del torrente Polcevera e una più frequente intercalazione di livelli limosi e sabbiosi a ridosso dei versanti laterali. A ciò è importante sottolineare come l’intero settore di fondovalle del Torrente Polcevera risulti intensamente urbanizzato, con ampie e continue aree cementate.

Da un punto di vista idrogeologico, l’area di progetto è quindi sostanzialmente riconducibile ad un corpo idrico principale a media permeabilità, costituito dal materasso alluvionale del torrente Polcevera, che poggia su un bedrock poco permeabile (formazione delle Argilliti di Montanesi). In particolare, i depositi alluvionali del complesso ghiaioso-sabbioso costituiscono un importante acquifero a carattere freatico con permeabilità delle alluvioni grossolane comprese tra  $10^{-6}$  e  $10^{-5}$  m/s; entro il materasso alluvionale non mancano tuttavia locali orizzonti fini poco permeabili ( $k = 10^{-7}$ ÷ $10^{-6}$  m/s), che tuttavia non modificano significativamente la trasmissività dell’acquifero.

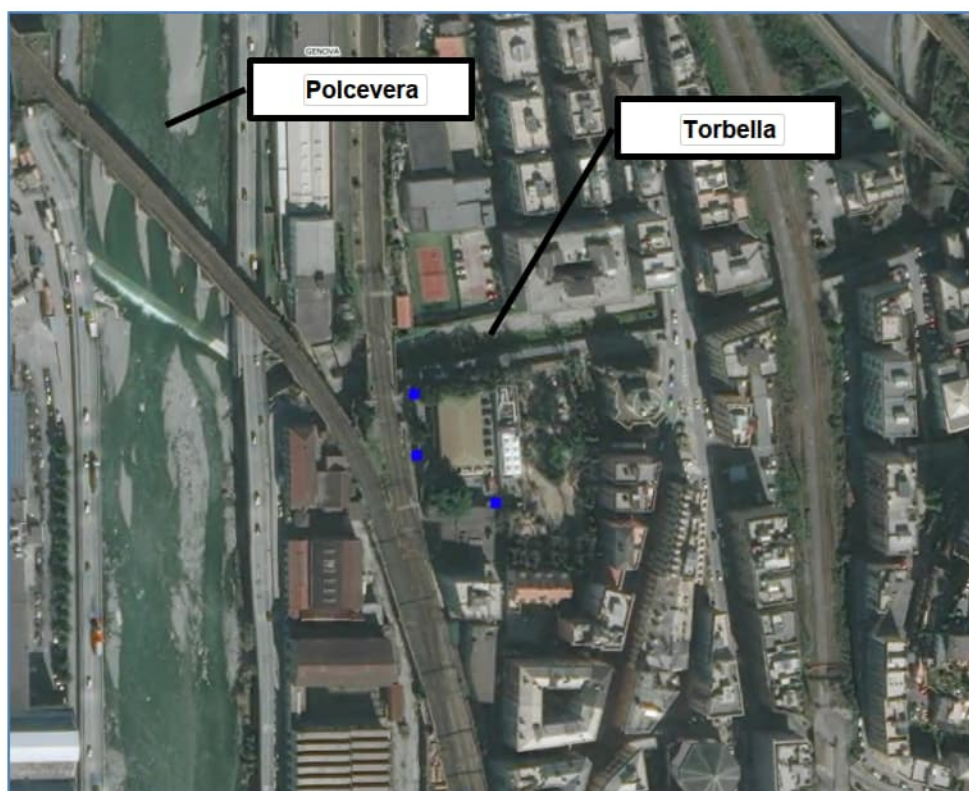
Le coltri colluviali mostrano valori variabili di permeabilità fra  $10^{-7}$  m/s -  $10^{-4}$  m/s.

Le formazioni di substrato appaiono, in genere, caratterizzati da una bassa permeabilità secondaria per fratturazione, con valori di  $k$  variabili tra  $10^{-9}$  e  $10^{-7}$  m/s.

In linea generale i versanti sono quindi dominati da un substrato prevalentemente argillitico con molto subordinate intercalazioni arenacee. La permeabilità è nel complesso da bassa a molto bassa, anche se non può comunque escludersi a priori un valore relativamente maggiore nei settori più intensamente tettonizzati. Ne consegue dal punto di vista teorico:

- una possibile ma in ogni caso sporadica presenza di sorgenti, con portate modeste se non addirittura stagionali, legate ad una forte compartimentazione degli ammassi, alla presenza di intercalazioni arenacee e di fasce a maggior fratturazione;
- una modesta circolazione idrica superficiale nei versanti collinari, con la formazione di locali falde idriche al contatto tra la formazione di substrato e la coltre di copertura; esse sono caratterizzate da limitate potenzialità e sono strettamente collegate alla stagionalità ed alla variabilità degli apporti meteorici.

Tre pozzi per acqua sono censiti lungo la piana alluvionale in sinistra idrografica del Torrente Polcevera poco a sud della confluenza del Torrente Torbella, a circa 150m ovest del tracciato di progetto. I tre pozzi per acqua, gestiti da IREN Acque S.P.A. di recente costruzione (concessioni datata 2016), hanno portate comprese fra 40-45 l/s come da Figura 3.13 seguente.



| Pozzo sigla | Nome    | Gestore        | Portata |
|-------------|---------|----------------|---------|
| 13666       | Pozzo A | IREN Acque SpA | 45 l/s  |
| 13707       | Pozzo B | IREN Acque SpA | 40 l/s  |
| 13708       | Pozzo C | IREN Acque SpA | 40 l/s  |

**Figura 3.13: Ubicazione e portate dei pozzi per acqua alla confluenza del Torbella nel Polcevera.**

## 4 VINCOLI

Per quanto riguarda il PSAI dell'Autorità di Bacino della Liguria, la "Carta dei principali vincoli territoriali" del PSAI riporta i seguenti tematismi:

- ✓ aree sottoposte a vincolo idrogeologico (L.R. 4/1999);
- ✓ aree classificate "abitati da consolidare" (L. 64/1974);
- ✓ siti di interesse comunitario SIC (D.G.R. 646/2001);
- ✓ parchi naturali regionali.

Lo stralcio della carta riportato nella Figura 6.1 indica che l'area d'intervento non presenta vincoli.

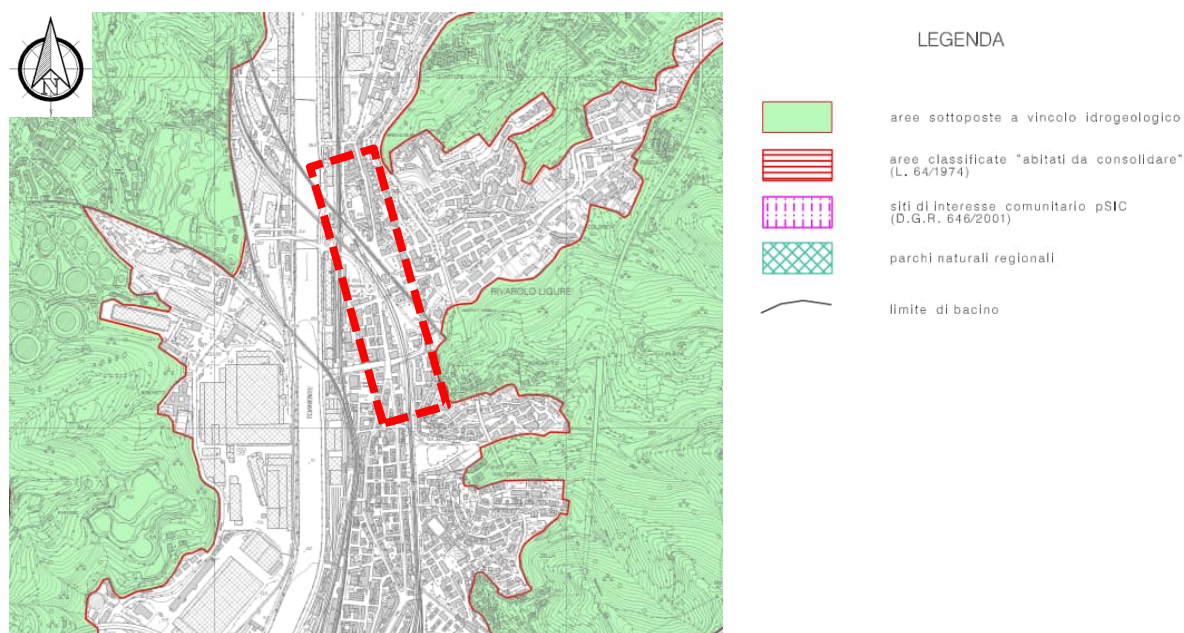


**Figura 4.1:** Stralcio della "Carta dei principali vincoli territoriali" dell'Autorità di Bacino Regionale della Liguria. In tratteggio rosso l'area di studio.

## 5 INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICO

### 5.1 Sorgenti Sismogenetiche e Tettonica

Dal 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 (Figura 5.1) si evidenzia che la struttura sismogenetica più prossima all'area di progetto si sviluppa a mare, ad almeno 38 km dalla 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.

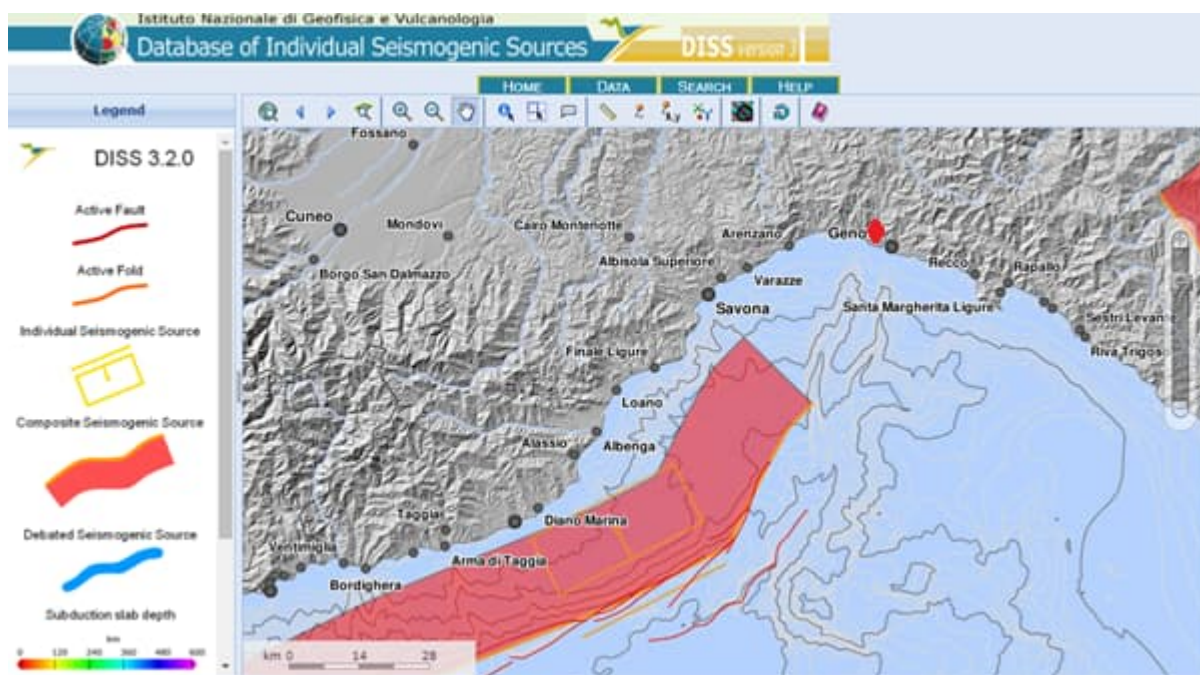


Figura 5.1: Mappa delle Sorgenti Sismogenetiche nel Mar Ligure (DISS Working Group, 2015)

Riguardo l'aspetto tettonico, l'elenco delle faglie attive e capaci del catalogo del Progetto Ithaca<sup>2</sup> in continuo aggiornamento da parte di SGI - ISPRA (<http://sgi1.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/ithaca.page>) non riporta nell'area di studio l'esistenza di faglie capaci. Come 'faglia capace' si indica il caso di faglia in grado di dislocare e/o deformare la superficie topografica, in occasione di eventi sismici di magnitudo, in genere, medio-elevata.

La faglia capace più vicina è quella che si estende in mare, a circa 5 km a sud ovest dell'area in esame (Figura 5.2)

\*\*\*\*\*

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

<sup>2</sup> ITHACA = ITaly HAZard from CAPable faults.

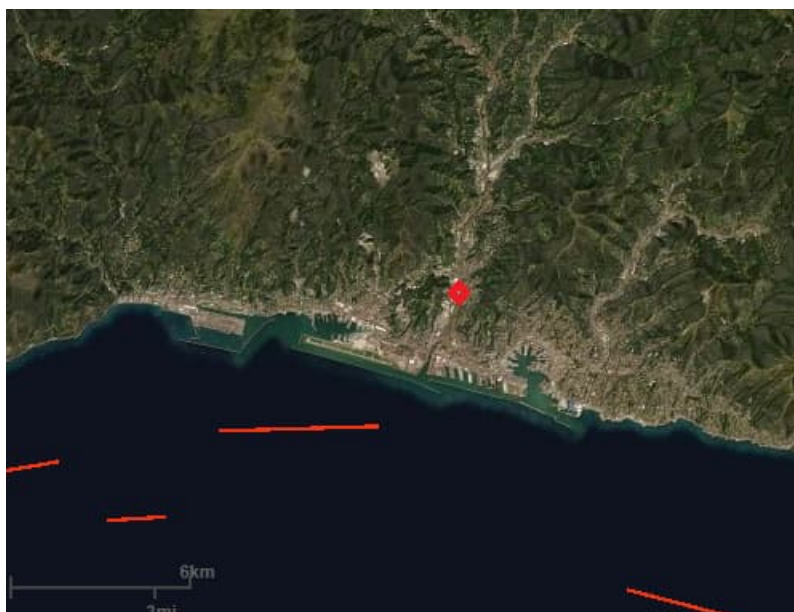


Figura 5.2: Mappa delle Faglie Capaci nella Provincia di Genova (ITHACA, 2019)

## 5.2 Sismicità Storica

La figura seguente (Figura 5.3) riporta la sismicità della Liguria dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15) in termini di Magnitudo ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_eq/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/) del 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.

Il terremoto più prossimo al sito stimato di magnitudo  $M_w$  4,63 è un terremoto storico datato 10 Agosto 1536 localizzato nel centro di Genova, mentre un terremoto a mare a circa 10km sud-est dell'area di progetto, datato 21 Settembre 1924, è stato stimato di magnitudo  $M_w$  4,32.

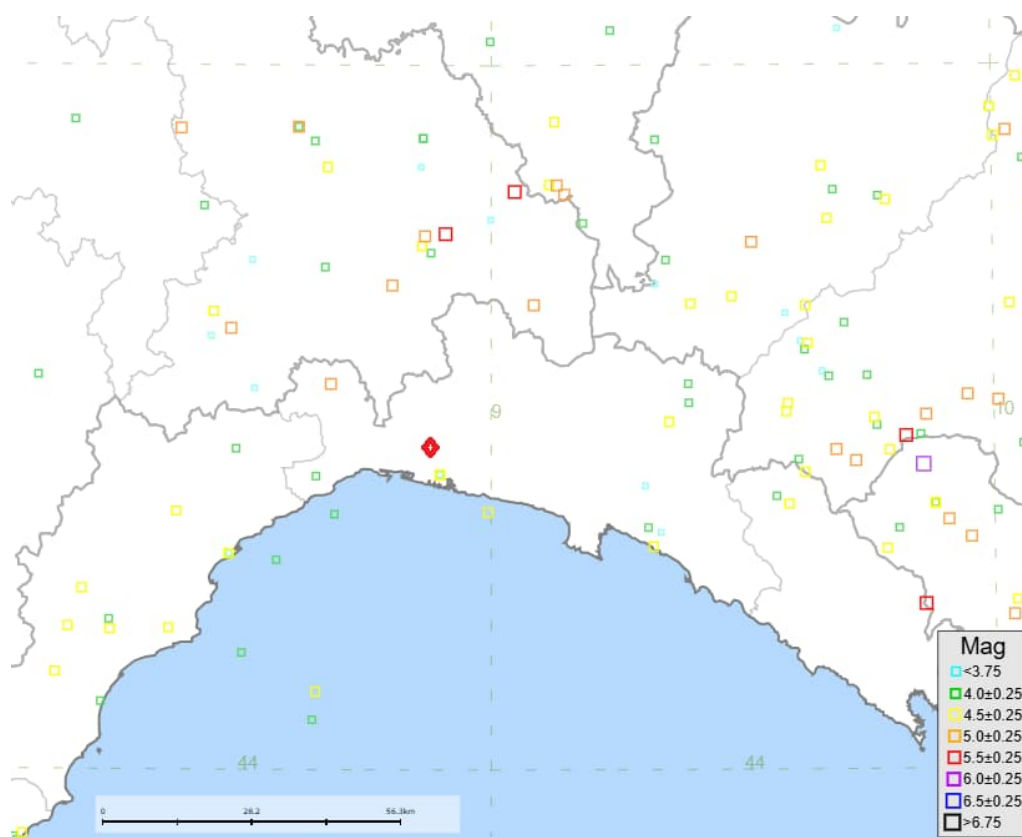


Figura 5.3: Magnitudo dei Terremoti in Liguria estratti dal CPTI15 (♦ area in esame)

Per i soli eventi relativi a Genova (numero di terremoti risentiti, EQs = 63) 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 5.4).

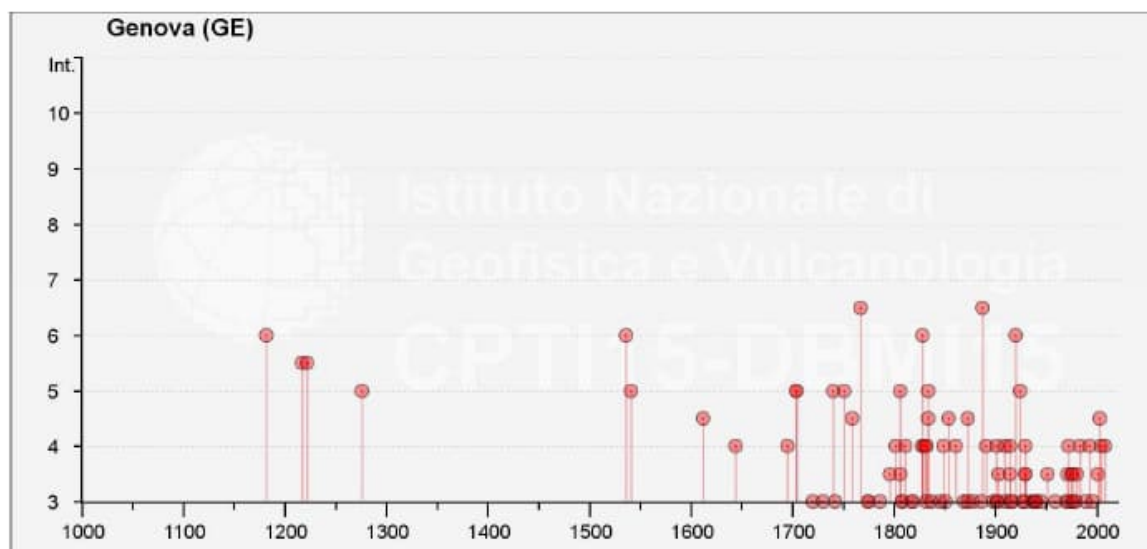


Figura 5.4: Intensità massime dei Terremoti Risentiti a Genova, estratte dal CPTI15

### 5.3 Classificazione Sismica

Riguardo la pericolosità sismica, l'area di progetto, sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006, è caratterizzata da pericolosità sismica bassa, con valori di accelerazione ( $a_g$ ) tra 0.05 e 0.075 g espressi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferiti al substrato rigido caratterizzato da  $V_s > 800 \text{ m/s}$  (Figura 5.5).

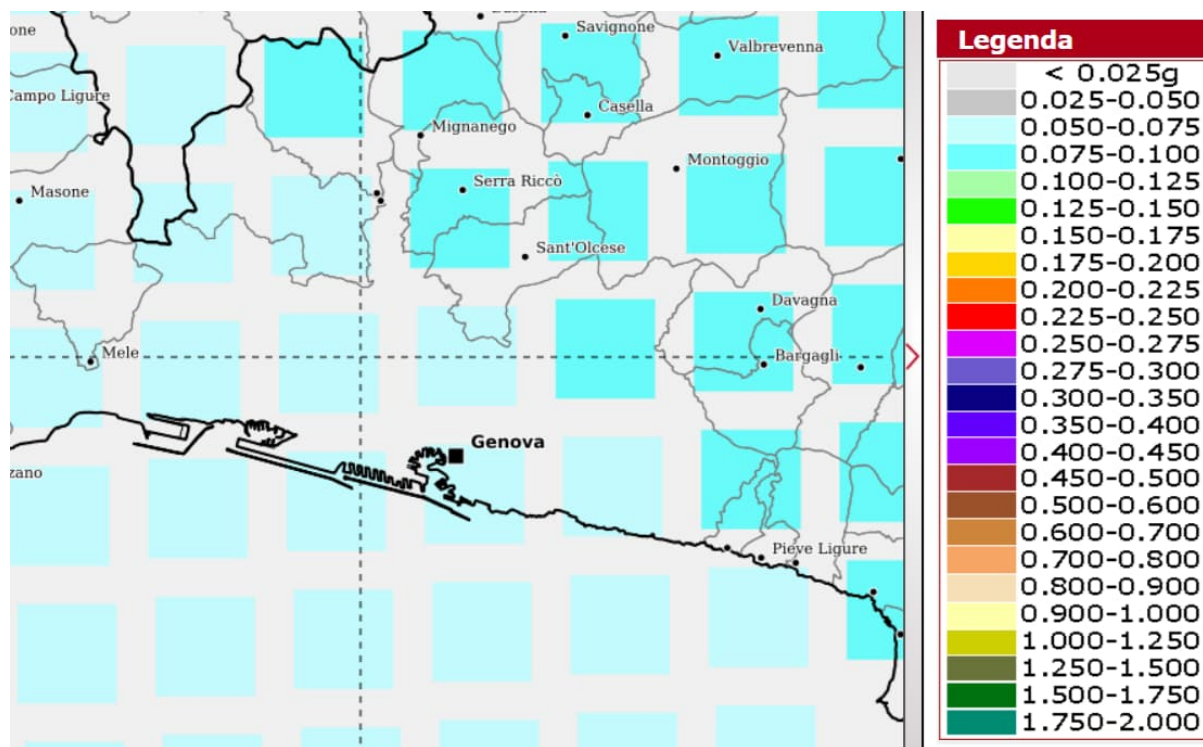


Figura 5.5: Carta delle Accelerazioni Massime del Suolo per periodo di ritorno 50 anni (Sito INGV) area in esame)

Tali valori di  $a_g$  hanno permesso di classificare il Comune di Genova in Zona Sismica 3 (Figura 5.6).

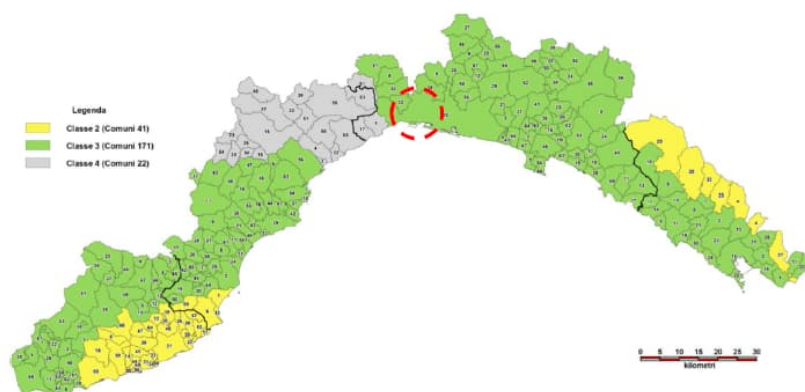


Figura 5.6: Classificazione sismica della Regione Liguria (da [www.regione.liguria.it](http://www.regione.liguria.it))

L'analisi di disaggregazione derivata dall' INGV (2008) ha permesso di identificare come terremoto dominante lo scenario di pericolosità sismica dell'area un sisma di Magnitudo 4,96 ad una distanza di 30,6 km (Figura 5.7).

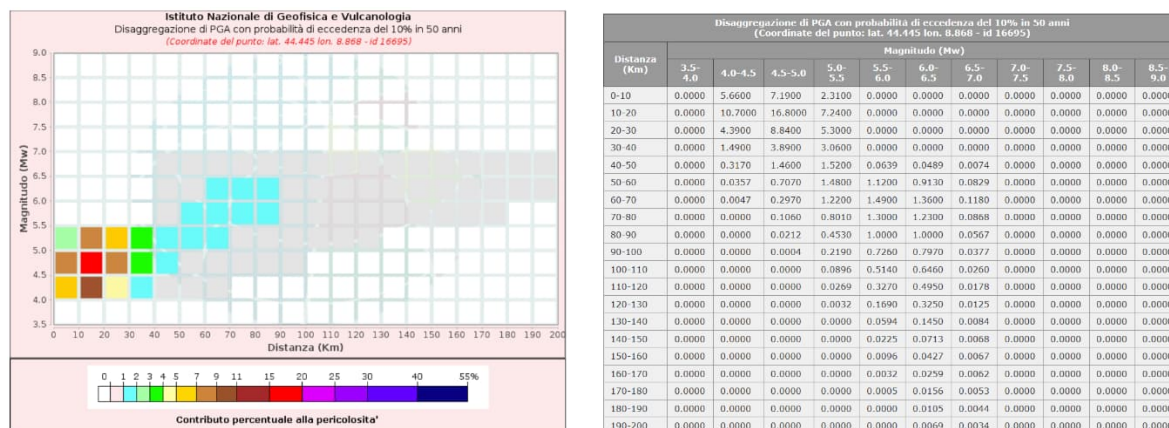


Figura 5.7: Analisi di disaggregazione per definizione terremoto dominante dell'area

La "Carta delle microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" (Foglio 27, Scala 1:5000), associata al PUC del Comune di Genova (2014), classifica l'area di progetto come "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" ed, in particolare nella Zona B7s (Sedimenti Alluvionali e Marini di spessore maggiore di 3 metri) (Figura 5.8).

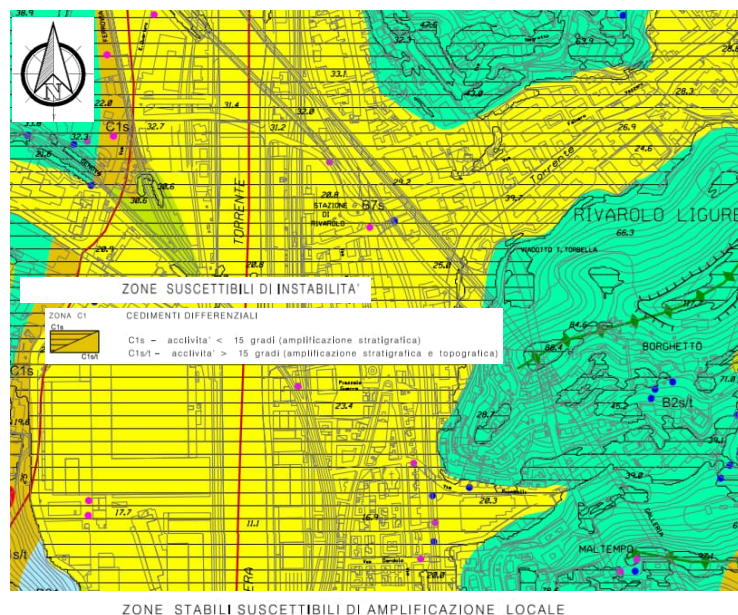


Figura 5.8: Estratto Carta della Microzone Sismiche in Prospettiva Sismica

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, STRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA DELL'AREA DI PROGETTO

Per la caratterizzazione geologico stratigrafica e idrogeologica dell'area di progetto sono state prese in considerazione:

- ✓ le indagini disponibili dalla "Carta delle Indagini Geognostica della Liguria" come riportate nel livello cartografico del Geoportale della Regione (<https://geoportal.regione.liguria.it/>);
- ✓ le indagini disponibili del 2019 e 2020 del progetto esecutivo del collegamento parco Rugna/Bettolo-Bivio Fegino Via Campasso;
- ✓ le indagini del progetto esecutivo delle 'Opere di Prolungamento della tratta Brin-Canepari' della Metropolitana di Genova del 2021;
- ✓ le indagini della fase progettuale PFTE del presente progetto 'Opere di Prolungamento della tratta Canepari-Rivarolo' della Metropolitana di Genova 2021.

### 6.1 GEOPORTALE DELLA LIGURIA

In termini di indagini geognostiche pregresse nell'area portuale, la Figura 6.1 mostra l'ubicazione delle indagini disponibili dalla "Carta delle Indagini Geognostiche della Liguria" come riportate nel livello cartografico del Geoportale della Regione (<https://geoportal.regione.liguria.it/>).



**Figura 6.1: Ubicazione Indagini Geognostiche Pregresse (Geoportale Cartografico della Regione Liguria)**

In prossimità della traccia di progetto sono presenti i seguenti 6 punti di indagine, tre localizzati poco a sud del tracciato di progetto e tre nella zona nord dell'area progetto:

Zona poco a sud del tracciato (Via Piombelli-piazzale Palli)

- ✓ 24172: sondaggio del 1992 profondo 24.1m all'altezza di via Piombelli a circa 20m ovest del tracciato di progetto;
- ✓ 20428: sondaggio del 1994 profondo 20m presso confine via Piombelli e Piazzale Palli a circa 50m sud del tracciato di progetto;
- ✓ 20421: sondaggio del 1997 profondo 12m in via Piombelli a circa 80m sud-est del tracciato di progetto.

Zona Nord (incrocio via Rossini-via di Ponte Polcevera)

- ✓ 20424: sondaggio del 1983 profondo 16.7m presso via Rossini a circa 35m ovest del tracciato di progetto;
- ✓ 24919: sondaggio del 2008 profondo 36m presso via di Ponte Polcevera a circa 50m ovest del tracciato di progetto;
- ✓ 24920: sondaggio del 2008 profondo 36m presso via di Ponte Polcevera a circa 65m ovest del tracciato di progetto.

Queste indagini forniscono un quadro generale della stratigrafia dell'area di progetto rappresentata da un deposito alluvionale spesso fin oltre 36m sovrastante un substrato roccioso costituito da argilliti siltose. Al tetto delle alluvioni è presente una copertura pressoché continua di terreni di riporto, generalmente grossolani, in spessori mediamente compresi tra 2÷6 metri.

Zona Sud: il deposito alluvionale risulta formato da ghiaie sabbiose-limose con presenza di strati anche molto spessi di limi argillosi-sabbiosi. Il substrato roccioso è rinvenibile a profondità comprese tra circa 17m e 19m dal p.c.

Zona Nord: il deposito alluvionale risulta formato nella zona nord del tracciato principalmente da limi sabbiose con brecce e ghiaie sabbiose. Il substrato roccioso non è stato raggiunto dai sondaggi soprariportati profondi fino a 36m dal p.c.

Dai dati di falda riportati nelle stratigrafie i livelli variano da profondità comprese tra circa 2m e 7m da p.c. nella zona sud a profondità di circa 9m nella zona nord.

## **6.2 PROGETTO ESECUTIVO COLLEGAMENTO PARCO RUGNA/BETTOLO – BIVIO FEGINO VIA CAMPASSO-COCIV 2019 2020**

Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni dell'area di progetto sono state considerate le seguenti indagini geognostiche del 2019 e 2020:

- della campagna di indagini 2019: il sondaggio 1N;
- della campagna di indagini 2020 sono stati considerate:
  - ✓ 1 Sondaggio a carotaggio continuo (S02) spinto alla profondità di 40m;
  - ✓ 1 stesa sismica MASW;
  - ✓ 1 prova sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR) a stazione singola (tromino)

### Campagna di indagini 2019

La campagna 2019 ha compreso il sondaggio 1N (Figura 6.2) profondo 45.4m.

La stratigrafia di questo sondaggio ha mostrato:

1. terreno di riporto (da p.c a 12m di profondità): terreno di riporto eterogeneo costituito da alternanza di sabbie ghiaiose con ciottoli e sabbie limose con ghiaia poco consistenti, contenente frammenti di laterizi;
2. deposito alluvionale (12 – 29.2 m): strato di ghiaia in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa con occasionali ciottoli, colore bruno chiaro grigiastro. Materiale molto addensato tra 16.2m e 26.2m, poco addensato tra 12-16m e 26.8-29.2m. Presenti due livelli decimetrici limo-argillosi a 16m e 26.2m;
3. deposito alluvionale (29.2 – 34m): strato di limo, limo argilloso e argilla limosa consistente, colore da bruno rossastro a grigio, con alla base uno strato di 80cm di ghiaia limosa sabbiosa, molto addensata;
4. a partire da 34m fino oltre 45.4m: substrato roccioso costituito da argilloscisti friabili inglobanti vene decimetriche di calcite e quarzo.

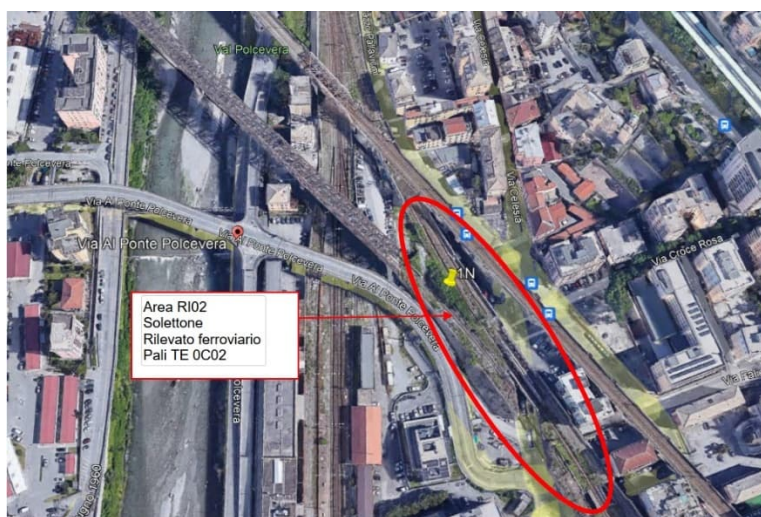


**Figura 6.2: Ubicazione sondaggio 1N della campagna 2019**

La stratigrafia riporta la falda freatica con valore di soggiacenza di 12 metri.

#### Campagna di indagini 2020

Anche la campagna 2020 ha compreso un sondaggio S02 (Figura 6.3) profondo 40m. La stratigrafia di questo sondaggio ha mostrato:

1. massicciata ferroviaria (da p.c a 1.8m di profondità): ciottoli eterogenei ed eterometrici;
2. deposito alluvionale (1,8 – 9,7m): strato di sabbia debolmente limosa e ghiaia con inclusi eterogenei arrotondati e sub-angolosi;
3. deposito alluvionale (9.7 – 35.4m): alternanze di sabbia fine debolmente limosa e sabbia grossolana con ghiaia; presenza di inclusi calcareo-marnosi eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari; talora presenza di lenti ghiaiose debolmente sabbiose limose pluridecimentriche. Il materiale si presenta sciolto talora mediamente addensato / consistente;
4. a partire da 35.4m fino oltre 40m: limo argilloso di colore grigio scuro molto consistente a tratti mediamente consistente; talora trovanti calcitici di colore biancastro eterometrici a spigoli vivi e sub-angolari. Con l'aumentare della profondità aumenta la frazione argillosa.

A profondità poco maggiori di 40m può essere presunto il substrato di argilloscisti friabili inglobanti vene decimetriche di calcite e quarzo appartenenti alla formazione delle Argilliti di Montanesi.

La stratigrafia riporta la falda freatica con valore di soggiacenza di 13.4 metri.



Figura 6.3: Ubicazione sondaggio S02 della campagna 2020

La prova MASW n. 4 è stata eseguita in una zona prossima alla parte finale del tracciato del presente progetto (Figura 6.4).



Figura 6.4: Ubicazione prova MASW n. 4 della campagna 2020

La seguente Figura 6.5 mostra il grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati.

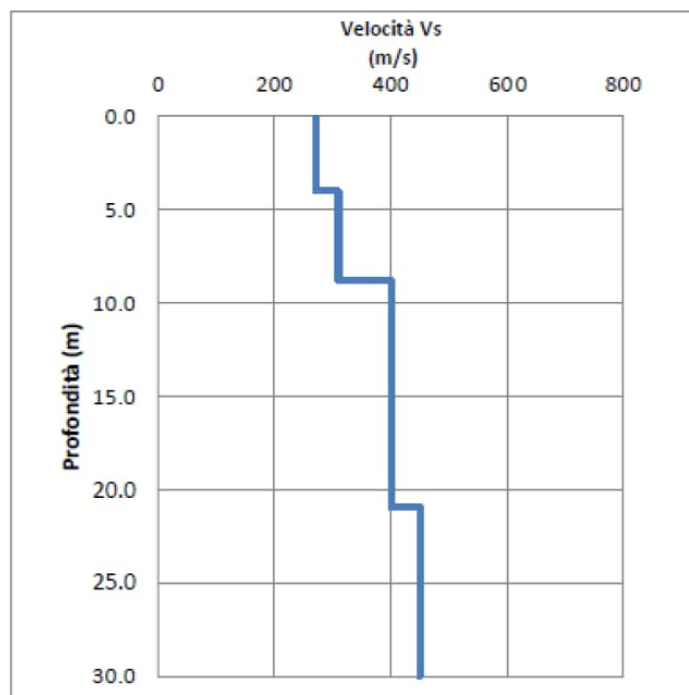


Figura 6.5: Prova MASW: grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ . Il valore di 'Velocità S equivalente'  $V_{s,eq}$  di 371 m/s determinato dalla prova MASW, permette di associare i terreni dell'area in sito alla Categoria B di terreni: '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 m/s e 800 m/s'.

Anche l'indagine sismica HVSR n. 4 è stata eseguita in una zona prossima alla parte finale del tracciato del presente progetto (localizzazione e grafico di frequenze in Figura 6.6). La prova ha rilevato un picco di amplificazione stratigrafica a 2,47 Hz (Figura 6.6).

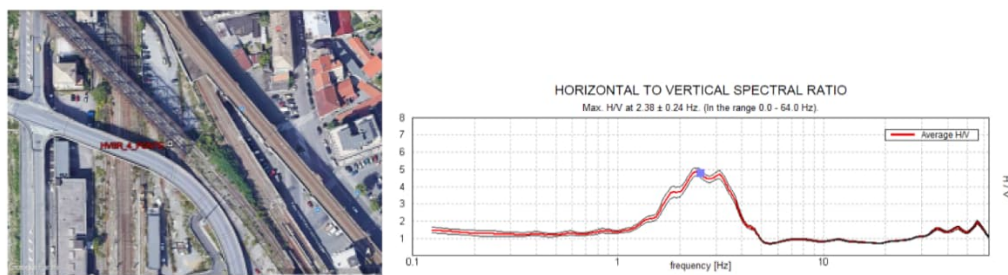


Figura 6.6: posizione Prova e Spettro di frequenza della prova HVSR n. 4

### 6.3 PROGETTO ESECUTIVO 'OPERE DI PROLUNGAMENTO DELLA TRATTA BRIN-CANEPAI' DELLA METROPOLITANA DI GENOVA 2021

Per lo studio del progetto esecutivo della tratta Brin-Canepari sono stati presi in esame sia numerosi sondaggi di indagini geognostiche pregresse reperiti presso archivi pubblici e privati e da precedenti versioni progettuali della tratta metropolitana Brin-Canepari, che i risultati della specifica campagna di indagini geognostiche per il progetto definitivo che ha compreso:

- ✓ n. 6 sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione, denominati MIF1, MIF2, MIF3, MIF4, MIF5, MIF6 approfonditi da un minimo di 25 m da p.c. (MIF4) a un massimo di 40 m da p.c. (MIF2) con prove SPT e prelievo di campioni per prove di laboratorio geotecnico;
- ✓ n. 6 prove di permeabilità Lefranc;
- ✓ installazione di piezometri a tubo aperto nei fori dei sondaggi MIF2, MIF4, MIF5, MIF6;
- ✓ allestimento di tubo in pvc per prova sismica DH nel foro dei sondaggi MIF1 e MIF3.

Per il presente progetto riguardante la tratta successiva Canepari-Rivarolo sono state presi in considerazione i sondaggi che ricadono in prossimità del tratto in esame a nord di Piazzale Palli: MIF4, MIF5 e MIF6.

La stratigrafia di questi sondaggi mostra un primo strato di copertura antropica spessa tra 7 e 7.5m (compreso il rilevato ferroviario formato da terreno eterogeneo e prevalentemente granulare, costituito da ghiaie, ciottoli e sabbie, frammenti di laterizi, con variabili percentuali di matrice limoso-argillosa) sovrastante un deposito alluvionale di diverso spessore (Figura 6.7). In seno al materasso alluvionale, poggiante sulle argilliti nere di substrato, è localmente possibile distinguere due livelli differenti: il primo è costituito da ghiaie e sabbie limose, il secondo, rilevato nella porzione nord del tratto indagato, quello afferente il progetto in esame, è dato da limi sabbiosi con ghiaia minuta in subordine.

| SONDAGGIO | LUNGHEZZA | SPESSORE DEPOSITI ALLUVIONALI/PEDEMONTANI |
|-----------|-----------|-------------------------------------------|
| MIF 1     | 37 m      | 22.40 m                                   |
| MIF3      | 30 m      | 2.90 m                                    |
| MIF4      | 25 m      | 17.20 m                                   |
| MIF 5     | 30 m      | 10.50 m                                   |
| MIF 6     | 35 m      | 17.50 m                                   |

**Figura 6.7: Spessore dei depositi alluvionali riscontrati in tutti i sondaggi**

Per il presente progetto i tre sondaggi (MIF4, MIF5 e MIF6) che ricadono in prossimità del tratto in esame a nord di Piazzale Palli: MIF4, MIF5 e MIF6 mostrano spessori del deposito alluvionale, comprendendo al suo interno sia il livello più grossolano, sia il livello più fine e gli apporti pedemontani, che vanno da 10.5 a 17.5m.

Il substrato è sempre rappresentato dalle argilliti siltose colore grigio-nero della formazione delle Argilliti di Montanesi.

Nel report di questo progetto è evidenziata la presenza delle coltri detritiche nella zona della frangia pedemontana ai piedi delle dorsali collinari che convergono verso il T. Polcevera e si saldano con i depositi alluvionali. Queste coltri sono normalmente caratterizzate da granulometrie miste, con scheletro lapideo in scaglie e frammenti centimetrici e più di rado decimetrici, di natura argillitica e calcarea, in matrice prevalentemente limosa e argillosa. Il colore, tipicamente, varia dal marroncino al nocciola, al giallo ocre, per ossidazione e alterazione.

## 6.4 Progetto PFTE del presente progetto 'Opere di Prolungamento della tratta Canepari-Rivarolo' della Metropolitana di Genova 2021

Per lo studio del progetto PFTE della tratta Canepari-Rivarolo, oggetto del presente progetto definitivo, sono state presi in esame i dati sia da numerosi sondaggi di indagini geognostiche pregresse reperiti presso archivi pubblici e privati e da precedenti versioni progettuali della tratta metropolitana Brin-Rivarolo, che da una specifica campagna di indagini geognostiche che integra la campagna geognostica effettuata nel 2020 per il progetto del prolungamento della tratta Brin- Canepari.

Questa campagna, per così dire 'integrativa' per la tratta Canepari Rivarolo, ha compreso due sondaggi e due prove geofisiche (Figura 6.8):

- ✓ Sondaggio MIF7: profondo 35m presso via Rossini e posteggio interscambio di Rivarolo;
- ✓ Sondaggio MIF8: profondo 50m presso piazzale posteggio di Via Duria;
- ✓ Prova sismica Down-Hole all'interno del sondaggio MIF7;
- ✓ Stesa sismica MASW.



**Figura 6.8: Ubicazione dei due sondaggi MIF7 e MIF8, prova Down-Hole (DH7) e della prova MASW (M3) della campagna 2020**

La prova down-hole DH7 (MAR) è stata eseguita all'interno del sondaggio. La seguente Figura 6.9 mostra il grafico interpretativo delle velocità onde P e S degli strati.

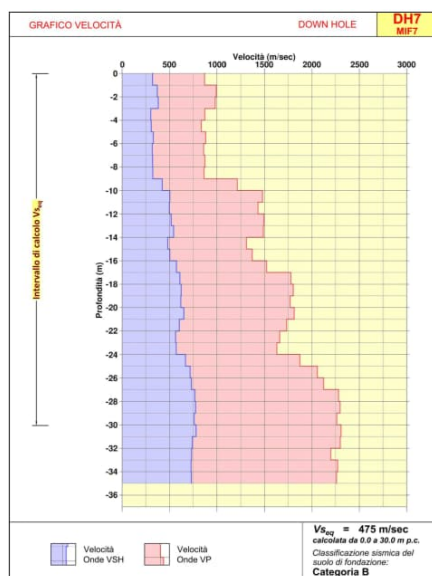


Figura 6.9: Prova Down-Hole (M3): grafico interpretativo delle velocità onde P e S degli strati

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ . Il valore di 'Velocità S equivalente'  $V_{s,eq}$  di 475 m/s determinato dalla prova MASW, permette di associare i terreni dell'area in sito in corrispondenza del sondaggio MIF7 alla Categoria B di terreni: '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 m/s e 800 m/s'.

La prova MASW (MAR) è stata eseguita in una zona intermedia tra i sondaggi MIF7 e MIF8 (Figura 6.8). La seguente Figura 6.10 mostra il grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati.

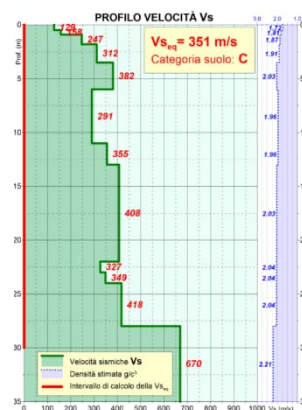


Figura 6.10: Prova MASW (M3): grafico interpretativo delle velocità onde S degli strati

Come anzidetto per la prova Down-Hole, per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ . Il valore di 'Velocità S equivalente'  $V_{s,eq}$  di 351 m/s determinato dalla prova MASW in questa zona finale del tracciato, permette di associare i terreni dell'area in sito alla Categoria C di terreni: 'Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s'.

## 6.5 Modello geologico preliminare

Con riferimento ai dati geologici e stratigrafici delle campagne geognostiche pregresse descritte nei paragrafi precedenti, l'assetto stratigrafico può essere schematicamente rappresentato dalla seguente successione stratigrafica a partire dal piano campagna (Figura 6.11):

- ✓ uno strato superficiale di ricoprimento antropico (compreso rilevato ferroviario di spessore circa 2m) spesso fino a 12 metri, poco consistente, costituito da clasti e ghiaie poligeniche da fine a grossolane, a spigoli vivi, in matrice sabbiosa, limosa, con presenza di frammenti di laterizi e resti vegetali. Colore da marrone scuro a grigio scuro;
- ✓ un deposito misto fluviale pedemontano spesso fino a 5m, costituito da clasti e ghiaie poligeniche ed eterometriche, da poco a mediamente elaborati, parzialmente rimaneggiati, in matrice sabbiosa limosa colore da grigio scuro ad avana. Questo deposito scompare nella parte sud del tracciato verso il piazzale Palli;
- ✓ un spesso deposito alluvionale fluviale, profondo fino a 35 m dal piano campagna, costituito prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa limosa con grado di addensamento medio-alto. Colore da marrone chiaro a grigio;
- ✓ uno strato alluvionale spesso fino a 8m m costituito da limo, limo argilloso e limo debolmente sabbioso consistente colore da bruno rossastro a grigio;
- ✓ uno strato superficiale del substrato roccioso argilloscistoso fratturato con il relativo cappellaccio di alterazione, di spessore fino a 2 metri;
- ✓ substrato roccioso della formazione delle Argilliti di Montanesi costituite da argilliti/argilloscisti siltose da grigio scuro a nere (Cretaceo Superiore). Le profondità del substrato passano da circa 17m dal p.c nella zona sud del tracciato a circa 40m dal p.c. nella zona nord, con un anomalo ribassamento a profondità maggiori di 40m nel tratto centro settentrionale in corrispondenza del sondaggio S02.

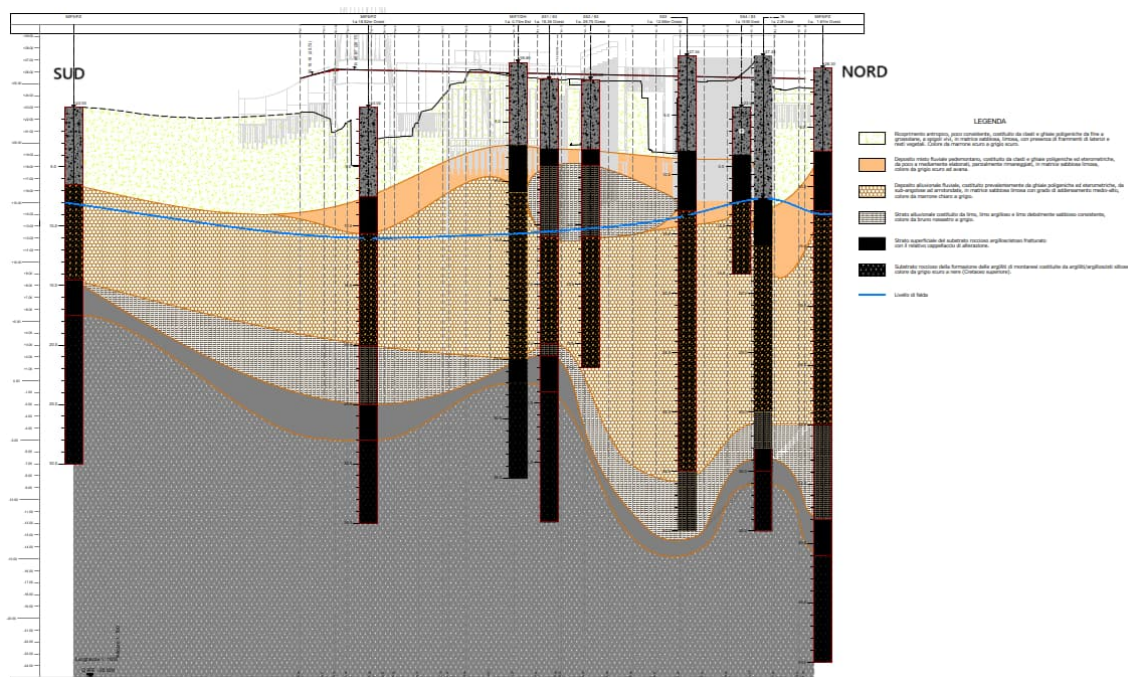


Figura 6.11: Sezione geologica preliminare

La profondità dal piano campagna della falda cresce muovendosi da sud a nord lungo il tracciato di progetto passando da profondità di circa 8m dal p.c a circa 12m, tuttavia, le isofreatiche mantengono lungo il tracciato una quota di livello di circa 14-15m s.l.m.

I valori di 'Velocità S equivalente'  $V_{s,eq}$  determinati nelle campagne pregresse hanno classificato i terreni del tracciato sia alla Categoria B dei terreni: '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 m/s e 800 m/s (in particolare  $V_{s,eq}$  di 371 m/s determinato dalla prova MASW della campagna del progetto esecutivo Collegamento Parco Rugna/Bettolo – Bivio Fegino Via Campasso di COCIV del 2020 oppure  $V_{s,eq}$  di 475 m/s determinato dalla prova Down Hole del progetto PFTE del presente progetto 'Opere di Prolungamento della tratta Canepari-Rivarolo' della Metropolitana di Genova 2021) sia alla Categoria C di terreni: 'Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s' (es  $V_{s,eq}$  di 351 m/s determinato dalla prova MASW del progetto PFTE del presente progetto 'Opere di Prolungamento della tratta Canepari-Rivarolo' della Metropolitana di Genova 2021).

## 6.6 Conclusioni

Il sottosuolo dell'area di progetto è rappresentato principalmente da uno spesso deposito alluvionale ricoperti da uno strato di ricoprimenti antropici spessi fino a 12m. Il substrato roccioso, profondo tra 20 e 40m, è rappresentato dalla formazione delle Argilliti di Montanesi del Cretaceo. I valori di 'Velocità S equivalente'  $V_{s,eq}$  determinati nelle campagne pregresse mediante prove Down-Hole e MASW hanno classificato i terreni del sottosuolo del tracciato sia alla Categoria B che alla Categoria C dei terreni, con valori di  $V_{s,eq}$  compresi tra 351 m/s e 471 m/s.

L'elenco delle faglie attive e capaci del catalogo del Progetto Ithaca<sup>3</sup> non riporta nell'area di studio l'esistenza di faglie capaci.

Da un punto di vista idrogeologico, l'area di progetto è sostanzialmente riconducibile ad un corpo idrico principale a media permeabilità, costituito dal materasso alluvionale del torrente Polcevera, che poggia su un bedrock poco permeabile. La profondità dal piano campagna della falda cresce muovendosi da sud a nord lungo il tracciato di progetto passando da profondità di circa 8-10m dal p.c a circa 13m da p.c.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati in sito e della caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area di progetto, il tracciato si estende su un'area con assenza di criticità geologiche e fenomeni geomorfologici in atto.

Con riferimento agli aspetti progettuali dell'opera, il percorso del prolungamento della metropolitana interesserà uno strato superficiale di ricoprimento antropico spesso fino a 12 metri, poco consistente, costituito da clasti e ghiaie poligeniche da fine a grossolane, a spigoli vivi, in matrice sabbiosa, limosa, con presenza di frammenti di laterizi sovrapposto ad uno spesso deposito alluvionale costituito prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa limosa con grado di addensamento medio-alto.

Tenuto conto delle caratteristiche litologiche dell'acquifero alluvionale e del livello medio di falda (profondità falda maggiori di 8m dal p.c.) nell'area del tracciato, con riferimento alle dimensioni ed interassi dei pali e micropali previsti per le fondazioni delle tre opere d'arte principali (scavalco torrente Torbella, scavalco via Pisoni, scavalco via Rossini), non si prevedono particolari effetti sull'assetto idrogeologico dell'area in esame, come modifiche direzionali e innalzamenti critici del livello di falda.

\*\*\*\*\*

<sup>3</sup> ITHACA = ITaly HAZard from CApable faults.

## REFERENZE

- ✓ BRANDOLINI P., FIRPO M., MARINI M., PICCAZZO M., RAMELLA A. & TERRANOVA R. (1994) - Caratteristiche geomorfologiche ed evoluzione recente della piana del torrente Polcevera: rapporti con gli interventi antropici. *Il Quaternario*, 7 (1): 403-408.
- ✓ BRANDOLINI P., CALDERONI G., GUIDO M.A., MONTANARI C., NICCHIA P., RAMELLA A. E TERRANOVA R. (2002) - Emergencias geomorfológica-paleoambientales de los depósitos cuaternarios en la llanura fluvial costera del torrente Polcevera (Liguria, norte de Italia). *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, n. 17, Asociacion Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, Buenos aires: 29-38.
- ✓ 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.) (2008a) - Note Illustrative del Foglio 213-230 "Genova" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. Apat-Regione Liguria, Selca, Firenze.
- ✓ CAPPONI G. & CRISPINI L. (con la collaborazione di Bonci M.C., Bruzzo D., Cortesogno L., Del Tredici S., Firpo M., Gaggero L., Garofano M., Giammarino S., Lano M., Pacciani G., Piazza M., Perilli N., Piccazzo M., Ramella A., Vannucci G. & Vigo E.) (2008b) - Foglio 213-230 "Genova" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. Apat-Regione Liguria, Selca, Firenze.
- ✓ Città Metropolitana di Genova, 2017, Torrente Polcevera e Ambito 14 - Piano di Bacino (PdB) Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico (approvato con D.C.M n. 26 del 25/06/2015);
- ✓ DISS Working Group, 2018, Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0;
- ✓ ELLERO A. (2000) - Assetto strutturale delle Unità Liguri Interne della Valpolcevera e dell'Alta Valle Scrivia (Appennino settentrionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 119: 321-338, Roma.
- ✓ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), 2008, 'Mappe interattive di Pericolosità Sismica' (Progetto DPC-INGV-S1)
- ✓ ITHACA Working Group, 2019, ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019.
- ✓ MARINI M. (1998) - Carta geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale) alla scala 1:25.000. Note illustrative. *Atti Tic. Sc. Terra*, 40: 33-64, Pavia.
- ✓ 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>.