



Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Settentrionale

AMBITO REGIONALE DI BACINO 14

(escluso Torrente STURLA)



PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO



RELAZIONE GENERALE

APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n. 66 del 12/12/2002
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Segretario Generale n. 27 del 04/04/2023
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 18 del 03/05/2023 – parte II

1	PREMESSA	3
1.1	QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO.....	3
1.1.1	<i>Quadro istituzionale e normativo di riferimento</i>	3
1.2	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI	5
1.3	DATI UTILIZZATI.....	6
2	CARATTERISTICHE DEL BACINO	8
2.1	GEOGRAFIA	8
2.1.1	<i>Torrente Sori</i>	8
2.1.2	<i>Aree scolanti tra il torrente Sori e il torrente Poggio.....</i>	8
2.1.3	<i>Torrente Poggio.....</i>	9
2.1.4	<i>Aree scolanti tra il torrente Poggio e il torrente Nervi</i>	10
2.1.5	<i>Torrente Nervi.....</i>	10
2.1.6	<i>Rio San Pietro.....</i>	11
2.1.7	<i>Rio Bagnara.....</i>	12
2.1.8	<i>Rio Castagna</i>	12
2.1.9	<i>Rio Priaruggia.....</i>	13
2.1.10	<i>Rio Vernazza.....</i>	13
2.1.11	<i>Rivi del centro storico di Genova</i>	13
2.2	GEOLOGIA	14
2.3	GEOMORFOLOGIA.....	16
2.3.1	<i>Reticolo idrografico.....</i>	16
2.3.2	<i>Stato della roccia.....</i>	18
2.3.3	<i>Caratterizzazione delle coperture.....</i>	19
2.3.4	<i>Frane</i>	20
2.3.4.1	<i>Metodologia</i>	20
2.3.4.2	<i>Principali tipi di frane.....</i>	21
2.3.5	<i>Altri fenomeni gravitativi.....</i>	22
2.3.6	<i>Aree in erosione.....</i>	25
2.3.7	<i>Terrazzi marini</i>	26
2.3.8	<i>Fenomeni Antropici.....</i>	26
2.3.9	<i>Acclività.....</i>	27
2.4	IDROGEOLOGIA	28
2.5	USO DEL SUOLO	29
2.5.1	<i>Metodologia di studio</i>	29
2.5.2	<i>Analisi delle categorie</i>	34
2.5.2.1	<i>Tessuto urbano continuo e discontinuo e aree industriali e commerciali.....</i>	34
2.5.2.2	<i>Territori agricoli</i>	34
2.5.2.3	<i>Territori boscati ed ambienti semi naturali.....</i>	37
2.5.2.4	<i>Le praterie e le formazioni prative.....</i>	39
2.5.3	<i>Analisi delle superfici occupate dalle diverse categorie di uso del suolo</i>	41
2.5.4	<i>Indice di efficienza idrogeologica</i>	44
2.5.4.1	<i>Indice di efficienza idrogeologica attribuito alle classi di uso del suolo dell'Ambito 14</i>	46
2.5.5	<i>Mappatura degli incendi</i>	47
2.5.5.1	<i>Generalità.....</i>	47
2.5.6	<i>Metodologia di lavoro</i>	48
2.6	DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA	50
2.6.1	<i>Schematizzazione del reticolo idrografico.....</i>	50
2.6.2	<i>Determinazione dei parametri caratteristici dei bacini e sottobacini</i>	62
2.7	IDROLOGIA DI PIENA	63
2.7.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	63
2.7.1.1	<i>Metodo CIMA</i>	64
2.7.1.2	<i>Metodo Razionale</i>	65
2.7.2	<i>Portate di Piena.....</i>	69
2.7.2.1	<i>Torrente Sori</i>	70
2.7.2.2	<i>Aree scolanti tra il torrente Sori e il torrente Poggio</i>	70
2.7.2.3	<i>Torrente Poggio.....</i>	70
2.7.2.4	<i>Aree scolanti tra il torrente Poggio e il torrente Nervi.....</i>	71
2.7.2.5	<i>Torrente Nervi.....</i>	71
2.7.2.6	<i>Rio San Pietro</i>	71

2.7.2.7	Rio Bagnara	71
2.7.2.8	Rio Castagna.....	72
2.7.2.9	Rio Priaruggia.....	72
2.7.2.10	Rio Vernazza.....	72
2.7.2.11	Rivi del centro storico di Genova	72
3	PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO	75
3.1	PREMESSA	75
3.2	PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO (SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI)	75
3.2.1	<i>Esame dei principali aspetti identificativi che caratterizzano la franosità dell'area</i>	<i>76</i>
3.2.2	<i>Realizzazione di un modello di previsione</i>	<i>76</i>
3.3	PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO	82
3.3.1	<i>Aree storicamente inondate</i>	<i>82</i>
3.3.2	<i>Verifiche idrauliche</i>	<i>82</i>
3.3.2.1	<i>Metodologie di calcolo</i>	<i>83</i>
3.3.2.2	<i>Risultati.....</i>	<i>86</i>
3.4	PRINCIPALI CRITICITÀ DELL'AREA	115
3.4.1	<i>Criticità geomorfologiche.....</i>	<i>115</i>
3.4.2	<i>Aree inondabili e criticità idrauliche.....</i>	<i>117</i>
3.5	DETERMINAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI	118
3.6	CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO	119
3	RISCHIO IDROGEOLOGICO	120
3.1	PREMESSA	120
3.2	DETERMINAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO	120
3.3	DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	123
4	AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO	125

1 PREMESSA

Il presente piano è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n 267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni.

Esso è un primo stralcio funzionale che risponde nei contenuti prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L. 180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

Il percorso di formazione del presente piano è quello attualmente previsto in generale per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Il presente piano di bacino stralcio è stato sviluppato utilizzando i dati forniti dall'Amministrazione Provinciale di Genova relativi agli studi propedeutici ai piani di bacino stralcio redatti da personale interno dell'Ente al fine di individuare le caratteristiche di base del territorio in esame.

L'Amministrazione Provinciale di Genova ha incaricato della redazione del presente elaborato e dei suoi allegati cartografici per gli aspetti geologico ed idraulico il seguente gruppo di professionisti (Delibera della Giunta Provinciale n.284/36450 del 31.05.2000): Dott. Ing. Pietro MISURALE (Capogruppo), Dott. Ing. Domenico ROCCA, Dott. Geol. Francesco CIPOLLA, Dott. Geol. Claudio SEBASTIANI, Dott. Agr. Stefania NOTARNICOLA, Dott. Agr. Camillo SCOCCO.

Il presente piano di bacino stralcio approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 66 del 12/12/2002, è stato integrato ed aggiornato, come richiesto nella D.G.R. 994/2002 dall'Amministrazione Provinciale di Genova che si è avvalsa, oltre che del personale interno, dei seguenti collaboratori: Dott. Geol. Francesca BATTINI, Dott. Geol. Simona FUIANO, Dott. Ing. Daniela SCHEMBRI, Dott. Ing. Chiara SPATERA, Arch. Milena FERRANDO, Arch. Mariangela PERSANO, Geom. Elisa MARANGONI, Dott. Biol. Chiara BELOTTI e Dott. For. Alessio PERCIVALE, assunti a tempo determinato.

1.1 Quadro generale di riferimento

1.1.1 Quadro istituzionale e normativo di riferimento

Il quadro di riferimento generale per la formazione del Piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella legge quadro 18 maggio 1989, n. 183.

Rilevanza particolare ha inoltre la legge 4 dicembre 1993, n. 493, che all'art.12 integra l'art. 17 della legge 183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino regionale si deve far riferimento alla legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9, che in sostanza recepisce la legge 183/89, regionalizzandone i contenuti e istituendo l'Autorità di Bacino Regionale.

Le procedure di approvazione dei piani di bacino sono state in parte modificate dalla legge regionale 21 giugno 1999, n. 18.

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato fornito dal decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n. 267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed in favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", modificato dal D.L. 132/99, convertito, con modifiche, dalla legge 262/99.

Tale decreto al comma 1 dell'articolo 1 dispone che entro il termine del 30 giugno 1999, le Autorità di bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini, adottano, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della L.183/89 e successive modificazioni che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e le relative misure di salvaguardia.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del succitato D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art.2 del D.L 180/98, nell' "*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2*", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99.

Esso, in particolare, pur ribadendo la necessità che le Autorità di Bacino compiano ogni sforzo per accelerare i tempi per l'adozione dei piani stralcio, stabilisce come termine ultimo per l'adozione dei piani stralcio per il rischio idrogeologico il 30 giugno 2001, e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002. Specifica inoltre che le attività relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti 3 fasi:

- 1) individuazione aree soggette a rischio idrogeologico;
- 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione misure di salvaguardia;
- 3) programmazione della mitigazione del rischio.

Il D.L. 180/98, ha inteso quindi, dichiaratamente dare un'accelerazione agli adempimenti della L. 183/89, soprattutto a riguardo dell'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana).

In adempimento al comma 1, art. 1, del suddetto D.L. 180/98, l'Autorità di Bacino di rilievo regionale intende adottare, entro la scadenza posta del 2001, piani di bacino stralcio (ai sensi del comma 6ter, art. 17. L.183) sul rischio idrogeologico, costituiti essenzialmente dalle due tematiche relative al rischio idraulico e rischio geomorfologico (susceptività al dissesto e rischio di frana).

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo. Peraltro è uno stralcio più limitato rispetto allo stralcio per la difesa idrogeologica così come impostato dall'Autorità di bacino di rilievo regionale della Liguria a seguito della L.R. 9/93 e precedentemente al D.L. 180/98.

Questo tipo di piano, che viene elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno stralcio funzionale, che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica del quale risulterà quindi parte integrante, così come del piano di bacino completo. Esso viene quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla L. R. 18/99.

I criteri seguiti per l'elaborazione dei suddetti piani stralcio sul rischio idrogeologico sono quelli già adottati dall'Autorità di bacino regionale per la redazione dei piani stralcio per la difesa idrogeologica.

In particolare i criteri generali per l'elaborazione dei piani di bacino regionali sono stati formalizzati, così come previsto dalla L.9/93, nel documento "Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino" approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di rilievo regionale nella seduta del 20.12.1994.

Tali criteri sono stati poi integrati da una serie di raccomandazioni e documenti relativamente a specifiche problematiche.

Nell'ambito del presente piano stralcio per il rischio idrogeologico, oltre ai citati criteri generali, e a quelli relativi all'"Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", sono stati seguiti i criteri contenuti nelle seguenti raccomandazioni o note tecniche:

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*,
- raccomandazioni n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*
- raccomandazione *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate"*
- raccomandazione *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- nota CTR *"Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- linea guida *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti"*

Si sottolinea, infine, che ai sensi della L. 183/89 il piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, è uno strumento sovraordinato per le parti prescrittive agli altri strumenti di pianificazione settoriale ed urbanistica, con effetto di integrazione e di prevalenza, in caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nel territorio interessato dal presente piano (Ambito 14), nel settore della pianificazione urbana, territoriale e di bacino sono vigenti i seguenti strumenti:

- Piano Urbanistico Comunale di Genova, Piani Regolatori Generali di Bogliasco, Pieve Ligure e Sori;
- Piano territoriale e di coordinamento paesaggistico;
- Piano della costa;
- Piano cave.

1.3 Dati utilizzati

Nella stesura del presente piano, oltre alle indagini e alle elaborazioni specifiche svolte, sono stati utilizzati tutta una serie di informazioni cartografiche e documentali disponibili presso gli Enti territorialmente competenti.

In particolare sono stati utilizzati e/o consultati i seguenti documenti:

- studi propedeutici al Piano di Bacino stralcio del torrente Sori;
- studi propedeutici al Piano di Bacino stralcio del torrente Nervi;
- studi propedeutici al Piano di Bacino stralcio del torrente Poggio;
- studi e indagini geologiche del Piano Regolatore di Pieve Ligure;
- procedura di regionalizzazione contenuta nello studio *“Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena dei bacini liguri”*, redatto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) dell’Università di Genova per conto della Regione Liguria;
- deliberazione della Giunta Regionale n. 2615 del 28/12/1998 e s.m. *“Approvazione, ai sensi dell’art. 6 della L.R. n. 45 del 21/10/1996, della mappa di rischio d’inondazione presente sul territorio regionale”*;
- studi e indagini geologiche del Piano Urbanistico di Genova;
- studi in merito allo stato dei corsi d’acqua del Piano Urbanistico di Genova;
- progetti redatti dall’Equipe Rivi Cittadini del Comune di Genova (coordinatore Prof. Enrico Marchi) relativi al rio Vernazza, al torrente Nervi e ai rivi del centro storico di Genova;
- modellazione della rete fognaria dei rivi del centro storico di Genova (Technology validation project IN 10187 D) redatto dall’AMGA Divisione Saster;
- cartografia regionale informatizzata in scala 1:5000 e 1:10000 in formato vettoriale e raster;
- rilievi topografici specifici effettuati nell’ambito della progettazione e realizzazione di opere idrauliche da parte dei comuni interessati o la Provincia.

Per le zone coperte da studi esistenti le informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche di base disponibili sono state direttamente utilizzate salvo controlli e integrazioni effettuate compatibilmente con i tempi e le risorse economiche disponibili.

Solo nelle zone non coperte da studi esistenti sono state effettuate analisi specifiche mirate all’acquisizione dei dati geologici di base.

Per quanto riguarda la franosità reale sono state effettuate specifiche analisi di foto interpretazione per tutta l’area d’interesse, e i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli già disponibili.

I dati e le elaborazioni a carattere idraulico e idrologico contenuti negli studi propedeutici ai piani di bacino stralcio dei torrenti Sori (redatto dalla Provincia), Nervi e Poggio sono stati verificati ed in parte direttamente utilizzati con modeste correzioni e/o integrazioni.

I progetti redatti dall'Equipe rivi cittadini del Comune di Genova (coordinatore Prof. E. Marchi) relativi al rio Vernazza, al torrente Nervi e ai rivi del centro storico di Genova sono stati direttamente inseriti fra gli interventi previsti per la mitigazione del rischio idraulico.

2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 Geografia

2.1.1 Torrente Sori

Il bacino del torrente Sori è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del torrente Poggio a Ovest, dal bacino del torrente Bisagno a Nord -Ovest, dal bacino del torrente Lavagna a Nord-Est, dal bacino del torrente Recco a Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è circa 13 km²; il suo territorio appartiene amministrativamente ai Comuni di Sori e Pieve Ligure.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-N attraverso il monte di Santa Croce (518 m s.l.m.), il monte Castelletti (604 m s.l.m.), il monte dell'Uccellato (828 m s.l.m.), il monte Becco (894 m s.l.m.), per piegare poi verso Est passando per il monte Cornua (691 m s.l.m.), il monte Cassinea (612 m s.l.m.) e ritornare infine verso Sud passando per il monte Castelletto (565 m s.l.m.), all'estremità meridionale del bacino da cui scende progressivamente sino al livello del mare.

Il bacino ha una forma approssimativamente rettangolare con il lato più lungo pari a circa 4.2 Km e quello più corto pari a circa 3 Km; esso risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per una fascia di circa 0.5 km a monte della linea di costa.

Il torrente Sori si forma immediatamente a monte dell'abitato di Lago dalla confluenza fra i rii Sussisa e Levà.

I suoi principali affluenti sono il fosso Camasienza e il rio Sussisa in sponda sinistra e il rio Levà, il rio Cortino e il rio Case Bruciate in sponda destra.

La parte terminale dell'asta del torrente Sori è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova-Livorno (A12), dalla strada comunale per località Lago, dalla linea ferroviaria Genova-Pisa e, in prossimità della foce, dalla Strada Statale n.1 Aurelia.

Oltre a quello di Sori, ubicato in prossimità della linea di costa, i principali nuclei abitati presenti all'interno del bacino sono quelli di Lago, Capreno, Canepa, Sussisa e Teriasca.

2.1.2 Aree scolanti tra il torrente Sori e il torrente Poggio

La porzione di territorio interessata è delimitata dal bacino del torrente Poggio a Ovest e a Nord-Ovest, dal bacino del torrente Sori ad Est e a Nord-Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva è circa 1.5 km² e appartiene amministrativamente ai comuni di Bogliasco e Pieve Ligure.

Essa comprende i bacini di 6 corsi d'acqua minori, elencati di seguito da Est verso Ovest: rio del Camposanto (0.07 km²), rio Sapelo (0.07 km²), fosso Terrile (0.42 km²), fosso Ponte di Legno (0.24 km²), zona Montobbio (0.16 km²), fosso Favaro (0.51 km²).

Lo spartiacque di tale area è costituito dai due crinali occidentale e orientale del monte di Santa Croce (518 m s.l.m.), con andamento SO-NE e NO-SE rispettivamente.

La zona risulta urbanizzata nella parte medio-valliva ed è attraversata dalla linea ferroviaria Genova-Pisa, dalla Strada Statale n.1 Aurelia e dalla strada di collegamento con Pieve Alta.

2.1.3 Torrente Poggio

Il bacino del torrente Poggio è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del rio Nervi a Ovest, dal bacino del torrente Bisagno a Nord, dal bacino del torrente Sori a Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è circa 5 km², il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Bogliasco, ad esclusione di alcune limitate fasce montane a ridosso dello spartiacque ricadenti nei territori dei comuni di Genova a ponente e Sori e Pieve Ligure a levante.

La quota massima del bacino è rappresentata dal monte Cordona che raggiunge gli 800 m s.l.m. circa.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice N-O attraverso il monte Giugo (485 m s.l.m.), piega verso N-E passando per il passo della Crocetta, per il Bric Gianesi (616 m s.l.m.) e il monte Cordona (791 m s.l.m.) per piegare poi verso Est e successivamente verso Sud passando per il monte Castelletti (604 m s.l.m.), il monte di Santa Croce (518 m s.l.m.), all'estremità meridionale del bacino, scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il principale affluente del torrente Poggio è il rio Sessarego (1.4 km²), nel quale s'immettono il rio dei Ciazzi (o di Musanega, 0.33 km²) e il rio Burchi (0.22 km²).

La geometria della valle è debolmente asimmetrica con il fianco destro più acclive del sinistro.

Il territorio relativo al bacino del torrente Poggio è scarsamente urbanizzato ad eccezione del tratto focivo, dove è ubicato il centro urbano di Bogliasco.

Lungo lo spartiacque settentrionale il bacino è delimitato dalla strada provinciale che collega Apparizione con Uscio. Nella parte medio-valliva l'asta del rio Poggio è interessata, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12) e dalla strada comunale per Sessarego, mentre nella parte terminale è interessata, da monte verso valle, dalla Strada Statale n.1 Aurelia e dalla linea ferroviaria Genova - Pisa.

Il bacino è caratterizzato dalla presenza di una discarica di materiale inerte che interessa la parte valliva del torrente Poggio compresa tra la località Poggio Favaro e la confluenza con il torrente Sessarego, per una lunghezza complessiva di circa 1000 m.

La discarica, iniziata nei primi anni '60, è stata ampliata nel corso degli anni sino a costituire allo stato attuale un abbancamento di circa 2.3 Milioni di metri cubi, su una superficie complessiva di circa 85000 metri cubi.

La scarpata di monte del rilevato ha determinato uno sbarramento del corso d'acqua dell'altezza di oltre 30 m, dotato di uno scarico di fondo la cui funzionalità risulta ormai compromessa.

Il comune di Bogliasco ha recentemente provveduto alla realizzazione di una serie di interventi di risanamento idraulico ambientale della discarica secondo quanto indicato in un apposito studio dell'ottobre 1995 a firma del Dott. Prof. G. Maifredi, del Dott. Ing. A. Gandolfo e del Dott. Ing. A. Patrone.

2.1.4 Aree scolanti tra il torrente Poggio e il torrente Nervi

La porzione di territorio interessata è delimitata dal bacino del torrente Nervi a Ovest e a Nord-Ovest, dal bacino del torrente Poggio ad Est e a Nord-Est, dal Mar Ligure a Sud.

Essa comprende cinque piccole aree scolanti con un'area complessiva di circa 1.5 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova (quartieri di Nervi e Sant'Ilario) e, per una piccola parte all'estremità orientale, al Comune di Bogliasco.

I bacini delle aree scolanti hanno modesta estensione, le aree variano da un minimo di 0.15 km² a un massimo di 0.52 km².

Lo spartiacque di tale area è costituito dai due crinali occidentale e orientale del monte Giugo (487.3 m s.l.m.), con andamento SO-NE e NO-SE rispettivamente.

La zona risulta urbanizzata nella parte medio valliva lungo la Strada Statale n.1 Aurelia (via Donato Somma), al suo interno si trovano i Parchi di Nervi; essa è attraversata dalla linea ferroviaria Genova - Pisa, dalla stessa Strada Statale n.1 Aurelia e dalla strada comunale di collegamento con Sant'Ilario alta.

2.1.5 Torrente Nervi

Il bacino del torrente Nervi é ubicato al limite orientale del comune di Genova e condivide con il torrente Sturla una piccola porzione di spartiacque compreso tra i monti Bastia e Fasce situati nel limite nord-occidentale del bacino.

L'area complessiva del bacino è di circa 9.4 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova.

La cima più alta è rappresentata dal monte Bastia con una quota di 846 m s.l.m.

Da queste quote elevate per un'area costiera i versanti degradano rapidamente verso il mare conferendo al territorio un aspetto aspro e inospitale.

Sul fondo valle che presenta pendenze più dolci, in una ristretta area prossima al mare, è situato il centro storico di Nervi con il suo porticciolo situato alla foce del torrente e la passeggiata a mare, siti di rilevante pregio paesaggistico ambientale.

Ai margini dell'area urbanizzata sono presenti alcune aree residenziali e poche aree agricole con scarso insediamento. Salendo di quota s'incontrano soltanto rare case isolate.

Il corso principale del torrente presenta un andamento sostanzialmente rettilineo con direzione E-O a monte della località Molinetti, dove riceve le acque del rio Garega suo affluente di destra; nella parte medio valliva esso presenta un andamento meandriforme, con direzione prevalente NE-SO, sino al suo sbocco a mare presso l'abitato di Nervi, all'interno del suo porticciolo.

Altri affluenti principali in sponda destra sono il rio del Montetto, il fosso Tramezzo, il fosso del Gruppo Tagliato, il rio Scaglia, il rio Orsiggia dell'Arma, il rio Nega, il fosso Grande ed il rio Cappello del Prete; gli affluenti di sinistra sono il fosso di Tale ed il fosso Conchettino.

Nella parte terminale l'asta del torrente è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12), dalla Strada Statale n.1 Aurelia e, in prossimità della foce, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa.

2.1.6 Rio San Pietro

Il bacino del rio San Pietro è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del rio Bagnara a Ovest e a Nord, dal bacino del torrente Nervi a Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è circa 1.3 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova (quartiere di Quinto).

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice SO-NE attraverso il colle degli Ometti (240 m s.l.m.) e la Spalletta de Rocchi (710 m s.l.m.), per piegare poi verso Sud passando per la Cresta di monte Moro (575 m s.l.m.) e infine per monte Moro (406 m s.l.m.), all'estremità meridionale del bacino, scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il bacino risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per un fascia di circa 0.4 km a monte dello sbocco a mare.

Il rio San Pietro si forma alle pendici del monte Fasce ed ha una lunghezza di circa 2.6 Km.

Nella parte terminale l'asta del corso d'acqua è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12), dall'attraversamento di Corso Europa, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa e, in prossimità della foce, dalla Strada Statale n.1 Aurelia.

2.1.7 Rio Bagnara

Il bacino del rio Bagnara è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del rio Castagna a Ovest, dal bacino del torrente Sturla a Nord, dal bacino del rio San Pietro ad Est e dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è circa 1.6 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova (quartiere di Quinto).

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa prevalentemente secondo una direttrice S-N fino al monte Fasce (832 m s.l.m.), per poi piegare nuovamente verso Sud e infine scendere progressivamente sino al livello del mare attraverso il colle degli Ometti (240 m s.l.m.).

Il bacino risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per una fascia di circa 0.85 km a monte dello sbocco a mare.

Il rio Bagnara si forma alle pendici del monte Fascie ed ha una lunghezza di circa 3.4 Km.

Nella parte terminale l'asta del rio Bagnara è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12), da Corso Europa, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa e, in prossimità della foce, dalla Strada Statale n.1 Aurelia.

2.1.8 Rio Castagna

Il bacino del rio Castagna è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del rio Priaruggia a Ovest, dal bacino del torrente Sturla a Nord, dal bacino del rio Bagnara ad Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è circa 1.5 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova (quartiere di Quarto).

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa prevalentemente secondo una direttrice S-NE passando per il Bric Costa d'orecchie ed il colle Pianetti, fino al monte Borrigha (544 m s.l.m.) per poi ritornare verso Sud scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il rio Castagna si forma alle pendici del monte Borrigha ed ha una lunghezza di circa 2.9 Km; il principale affluente in sponda sinistra risulta il rio Fontagne.

Il bacino risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per una fascia di circa 0.9 km a monte dello sbocco a mare.

Nella parte terminale l'asta del rio Castagna è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12), da Corso Europa, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa e, in prossimità della foce, dalla Strada Statale n.1 Aurelia.

2.1.9 Rio Priaruggia

Il bacino del rio Priaruggia è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del torrente Sturla a Ovest e a Nord, dal bacino del rio Castagna ad Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è di circa 1.7 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa prevalentemente secondo una direttrice S-NE, per poi ritornare verso Sud passando per il colle Pianetti ed il Bric Costa d'orecchie scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il rio Castagna si forma immediatamente alle pendici del monte Borrigha ed ha una lunghezza di circa 2.9 Km.

Il bacino risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per una fascia di circa 0.9 km a monte dello sbocco a mare. Nella parte terminale l'asta del rio Priaruggia è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Livorno (A12), da Corso Europa, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa e, in prossimità della foce, dalla Strada Statale n.1 Aurelia.

2.1.10 Rio Vernazza

Il bacino del rio Vernazza è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure ed è delimitato dal bacino del rio Noce a Ovest, dal bacino del torrente Bisagno a Nord, dal bacino del torrente Sturla a Est, dal Mar Ligure a Sud.

L'area complessiva del bacino è di circa 1.9 km² e appartiene amministrativamente al Comune di Genova.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-N fino a raggiungere Forte Richelieu a Manego, scendendo poi progressivamente sino al livello del mare.

Il rio Vernazza si forma dalla confluenza del rio Chiappeto con il rio Puggia e risulta tombinato per quasi tutto il suo corso; il rio Chiappeto si forma a sua volta immediatamente a valle del Forte Richelieu a Manego. L'asta principale ha una lunghezza complessiva di circa 3.8 Km

Il bacino risulta fortemente urbanizzato nella parte valliva per una fascia di circa 2.6 km a monte dello sbocco a mare, praticamente coincidente con il tratto di rio coperto.

Nella parte terminale l'asta del rio Vernazza è interessata, da monte verso valle, da Corso Europa, dalla linea ferroviaria Genova - Pisa e, da via Caprera.

2.1.11 Rivi del centro storico di Genova

La porzione di territorio interessata dai rivi del centro storico di Genova è delimitata dal bacino del torrente Bisagno a Est, dal bacino del fosso Promontorio Sampierdarena a Ovest e dallo specchio acqueo portuale a Sud.

L'area complessiva è circa 8.5 km² e appartiene amministrativamente al comune di Genova.

Essa comprende i bacini di 8 corsi d'acqua, elencati di seguito da Est verso Ovest: rio Torbido (1.17 km²), rio Sant'Anna (0.72 km²), rio Carbonara (1.10 km²), rio Sant'Ugo (0.80 km²), rio Lagaccio (2.36 km²), rio San Teodoro (0.54 km²), rio San Lazzaro (1.33 km²) rio San Bartolomeo (0.49 km²).

Per la quasi totalità del loro percorso rivi sono tombinati, le canalizzazioni sono state realizzate in tempi successivi e con modalità costruttive eterogenee, non sono tombinati il tratto montano del rio Lagaccio e alcuni brevi tratti iniziali degli altri rivi.

Nei rivi, oltre alle acque bianche, hanno recapito anche i collettori della rete fognaria nera e mista delle aree urbanizzate che attraversano; ciò ha modificato la funzione originale e il regime idraulico degli alvei trasformandoli in veri e propri collettori fognari principali.

Partendo dalla foce del rio San Bartolomeo e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-N fino a Monte Moro, piega in direzione NE fino a Forte Sperone e scende in direzione SE-S passando per Forte Castellaccio, Righi fino alla foce del rio Torbido.

La superficie complessiva del bacino risulta completamente urbanizzata con l'esclusione della parte superiore del bacino del rio Lagaccio e del bacino del rio San Lazzaro.

2.2 Geologia

L'area oggetto del presente studio è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine sedimentaria sostanzialmente di tipo flyscioide; in particolare sono presenti litologie appartenenti alle seguenti formazioni (Vedi Carta geolitologica):

- Formazione dei Calcari di M.te Antola;
- Formazione di Ronco;
- Formazione delle Argille di Ortovero.

La formazione di Ronco e quella delle Argille di Ortovero occupano, nell'area di interesse, una porzione molto ristretta (zona più occidentale dell'ambito studiato) dove, peraltro, tali formazioni sono completamente mascherate da un'urbanizzazione molto compatta.

Nelle restanti zone sono presenti terreni appartenenti alla Formazione dei Calcari di M.te Antola. Tale Formazione è costituita da calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose in sequenze aritmicamente ripetute talora a base calcarenitica, localmente intercalate ad argilloscisti, arenarie straterellate e marnoscisti di tipo ardesiaco.

I litotipi suindicati sono rilevabili in porzioni ed associazioni variabili da zona a zona. Nell'area di studio affiorano prevalentemente livelli calcareo marnosi e marnoso calcarei di spessore variabile che sono intercalati soprattutto a livelli argillitici.

Sulla base della bibliografia e dei sopralluoghi effettuati è stata riconosciuta la seguente associazione litostratigrafia:

- **Calcari marnosi** talora marnoso-arenacei, spesso compatti, raramente scistosi, a tratti con aspetto pseudo-ardesiaco; il colore è variabile da bianco-grigiastro a grigio-nero; tale litologia si presenta in strati di potenza assai variabile, da decimetrica a metrica.
- **Scisti argillosi** di colore grigio e grigio-neri con spessori di potenza non superiore ai 60-70 cm che talora comprendono sottili intercalazioni arenacee;
- **Calcareniti** fini a cemento argilloso e calcareo, di colore grigio-biancastro e grigio-bruno, con strati di potenza generalmente inferiore a 50 cm;
- **Scisti marnosi** talora di tipo ardesiaco, micacei, lamellari e scagliosi divisibili spesso in “placchette”;
- **Argilloscisti** talora arenacei con aspetto marcatamente scistoso, di colore grigio, grigio-nero e brunastro in strati sottili.

La disposizione in sequenze ritmiche è correlabile ad una sedimentazione ad opera di correnti di torbida in un ambiente di deposizione di tipo distale.

La potenza della formazione è notevole e si ritiene che lungo la riviera di levante possa superare i 2500 metri di spessore. Circa l'età della formazione diversi autori la riferiscono al periodo cretaceo-eocene.

La formazione dei Calcari di Monte Antola appare fratturata e ripiegata e l'attuale assetto della zona di interesse è correlato all'esistenza di una neotettonica di tipo distensivo sovrimposta alle strutture compressive dell'Appennino. Analisi strutturali regionali (Marini 1997) hanno riconosciuto tre fasi deformative principali:

1. una prima fase che si esplica con pieghe isoclinali coricate con direzione dell'asse mediamente est-ovest e vergenza sud;
2. una seconda fase con pieghe approssimativamente cilindriche con estesi fianchi rovesciati, alle quali si accompagnano crenulazioni (nei termini argillitici) e sistemi di frattura, a ventaglio divergente rispetto al piano assiale;
3. una terza fase, con pieghe cilindriche ad ampio raggio con piano assiale verticale e sistemi di frattura subverticali.

Dal pliocene in poi, a seguito di un sollevamento della catena, accompagnato da un suo incurvamento e da una tettonica fragile espressa da lineamenti NNE-SSW e WNW-ESE, si è delineato l'attuale assetto morfologico dell'area che risulta fortemente influenzato dall'andamento tettonico.

In particolare lungo la fascia costiera tale situazione è testimoniata dalla presenza di una costa alta con un andamento tipico a “denti di sega” e dalla presenza di terrazzi marini posti a diverse quote di cui il più evidente ed esteso risulta quello di più recente formazione visibile soprattutto nella zona compresa tra Sturla e Nervi a valle della strada pedemontana che collega la città di Genova con la zona del levante.

I **sedimenti quaternari** sono caratterizzati da alluvioni antiche, recenti ed attuali e da depositi di origine eluvio-colluviale.

Le alluvioni hanno una distribuzione molto limitata e si riscontrano in corrispondenza dei principali fondivalle presenti nell'area (asta terminale del T. Sori, T. Nervi e T. Poggio).

I depositi colluviali potenti hanno anch'essi ridotta estensioni e risultano sostanzialmente riconducibili ad antichi movimenti franosi.

2.3 Geomorfologia

L'assetto oridrografico dell'area di studio comprende una estesa zona della fascia costiera del levante genovese ed un'area a cui afferiscono i bacini del T. Nervi, T. Poggio e T. Sori. In tutto il comprensorio studiato si rileva una stretta correlazione dell'andamento morfologico con l'assetto tettonico dei luoghi (Vedi Carta geomorfologica).

In particolare lungo la zona costiera lo stretto legame tra morfologia e tettonica è testimoniato dall'esistenza di un'alta costa che presenta una forma controllata da una serie di lineazioni diversamente orientate e dalla presenza di più livelli di terrazzi marini correlabili all'innalzamento tettonico plio-quadernario che ha determinato uno spostamento della linea di costa verso mare per emersione.

Tale aspetto è ben evidenziato in corrispondenza del terrazzo marino di più recente formazione posto ad una quota media di 30-40 m.s.l.m e che risulta molto esteso soprattutto nella zona compresa tra la città di Genova e l'abitato di Nervi occupando una larga fascia costiera posta a valle della strada pedemontana (C.so Europa).

All'interno, in corrispondenza dei bacini, il legame tra morfologia ed assetto tettonico è ben evidenziato dall'andamento del reticolo idrografico che appare impostato lungo una serie di lineazioni che hanno una diretta corrispondenza con quelle osservate lungo il tratto costiero.

Nel complesso la morfologia dei versanti è caratterizzata da una elevata energia dei rilievi ed è associata ad un evidente ringiovanimento del reticolo fluviale.

Nell'area è riconoscibile una configurazione morfostrutturale dominante caratterizzata da versanti principali frequentemente interrotti da impluvi minori e da versanti secondari di forma stretta ed allungata.

Un aspetto non trascurabile è dato dal rilevante grado di antropizzazione presente in un'ampia porzione dell'area di studio (centro storico e fascia costiera) dove l'urbanizzazione compatta non consente un'analisi geomorfologia significativa, ma solo l'identificazione dei tratti più salienti osservabili a piccola scala.

2.3.1 Reticolo idrografico

La complessità dello sviluppo della rete idrografica può essere caratterizzata attraverso la gerarchizzazione del reticolo che permette di definire l'ordine del bacino ovvero l'ordine dell'asta fluviale terminale.

La classificazione è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton-Strahler; nel caso in esame la gerarchizzazione è stata condotta sulla base del reticolo idrografico riprodotto nella CTR della Regione Liguria alla scala 1:10.000.

I risultati delle analisi riportate in cartografia (cfr. Carta idrogeologica e Carta della rete idrografica significativa) evidenziano che gran parte della zona di interesse è costituita da aree scolanti minori caratterizzate da bacini piccoli o molto piccoli in cui i collettori principali sono caratterizzati da un basso ordine gerarchico. Frequentemente i tratti terminali di tali collettori risultano artificializzati ed il loro comportamento è assimilabile a quello di un sistema drenante urbano.

Nelle zone interessate da più ampi bacini (T. Sori, T. Poggio, T. Nervi) il reticolo appare più complesso e gerarchizzato.

Il bacino del **T. Sori** presenta una forma regolare piuttosto arrotondata con un'asta principale di 5° ordine che si è sviluppata in posizione asimmetrica rispetto al bacino stesso e dove gli affluenti del versante destro (Rio Cortino, Rio Levà e Rio Susisa), appaiono maggiormente sviluppati e gerarchizzati.

Per il bacino del **T. Sori** sono riportati i seguenti parametri caratteristici¹:

1. Rapporto di biforcazione $R_b = 3.48$ (media aritmetica)
2. Rapporto di biforcazione diretta $R_{bd} = 2.50$ (media aritmetica)
3. Indice di biforcazione $R = R_b - R_{bd} = 0.98$ (media aritmetica)

Il bacino del **T. Poggio** presenta una forma romboidale ed è caratterizzato da due sottobacini principali (T. Poggio e Rio Sessarego). Il T. Poggio ha una forma decisamente simmetrica, molto stretta ed allungata mentre il rio Sessarego presenta una forma marcatamente romboidale. Quest'ultimo peraltro confluisce nel T. Poggio in corrispondenza del suo tratto terminale, a valle della scarica di inerti.

Per il bacino del **Rio Sessarego** sono riportati i seguenti parametri caratteristici*:

1. Rapporto di biforcazione $R_b = 3.83$ (media aritmetica)
2. Rapporto di biforcazione diretta $R_{bd} = 3.83$ (media aritmetica)
3. Indice di biforcazione $R = R_b - R_{bd} = 0.0$ (media aritmetica)

Per il bacino del **T. Poggio** sono riportati i seguenti parametri caratteristici*:

1. Rapporto di biforcazione $R_b = 3.70$ (media aritmetica)
2. Rapporto di biforcazione diretta $R_{bd} = 3.18$ (media aritmetica)
3. Indice di biforcazione $R = R_b - R_{bd} = 0.52$ (media aritmetica)

Il Bacino del **T. Nervi** presenta una forma triangolare molto allargata nella sua parte alta e molto stretta in prossimità della foce.

L'asta principale, come per il bacino del Sori, si è sviluppata in posizione asimmetrica rispetto al bacino stesso e gli affluenti principali (Rio Osiggia dell'Arma e Rio Gafegna) sono ubicati sul versante destro del bacino.

¹ I dati sono stati desunti dagli studi stralcio dei piani di bacino esistenti

Per il bacino del **T. Nervi** sono riportati i seguenti parametri caratteristici*:

1. Rapporto di biforcazione $R_b = 3.63$ (media aritmetica)
2. Rapporto di biforcazione diretta $R_{bd} = 2.7$ (media aritmetica)
3. Indice di biforcazione $R = R_b - R_{bd} = 0.93$ (media aritmetica)

2.3.2 Stato della roccia

Nell'area oggetto di studio rilevante è l'estensione delle zone caratterizzate da roccia affiorante e subaffiorante ovvero interessate da una copertura detritica eluvio-colluviale sottile con spessori fino a $0.5 \div 1$ metro.

Tali zone sono state differenziate in base dello stato della roccia determinato mediante analisi semplificate basate esclusivamente sull'identificazione dell'andamento delle discontinuità principali (giacitura degli strati) e sul riconoscimento di aree discrete caratterizzate dalla presenza di roccia alterata.

Sulla base di tali indagini sono state considerate tre situazioni di riferimento:

- roccia alterata e fratturata;
- roccia con strutture sfavorevoli rispetto al pendio;
- roccia poco alterata e/o con strutture favorevoli rispetto al pendio.

Tale classificazione ha consentito di definire un primo livello di valutazione di qualità dell'ammasso roccioso compatibile con la scala e gli obiettivi del presente lavoro.

Va però evidenziato che ad una scala locale e puntale la classificazione suindicata può risultare aleatoria e scarsamente significativa.

Il litotipo presente nell'area d'interesse, infatti, oltre ad essere caratterizzato da strati alternati di diverse litologie (prevalentemente calcari marnosi, marne calcaree e giunti argillitici) è interessato anche da diverse famiglie di fratture che generano diversi gradi di possibile libertà.

In generale i rilievi geomeccanici effettuati a campione sugli ammassi rocciosi hanno evidenziato indici di RMR (classificazione di Bieniawski) correlabili a classi di qualità dell'ammasso variabile da *mediocre* a *scadente* nonché la presenza di più famiglie di fratture il cui orientamento (rispetto al pendio) determina situazioni di potenziali cinematismi di volumi di roccia assai variabili indipendentemente dall'orientazione delle discontinuità principali. Tale aspetto acquista particolare rilevanza soprattutto in corrispondenza dei versanti a più elevata pendenza ovvero lungo i fronti di scavo artificiali.

Le condizioni più *scadenti* si rilevano soprattutto laddove il grado di alterazione, di fratturazione ed il grado di decompressione dell'ammasso roccioso risultano maggiormente elevati.

Tali aspetti presentano, peraltro, variazioni anche repentine da punto a punto talché la definizione di zone litotecniche omogenee appare molto aleatoria.

2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

La presenza di depositi detritici superficiali di natura **eluvio-colluviale** è un parametro importante nella valutazione e caratterizzazione della stabilità dei versanti.

Sono stati, perciò, distinti i settori dove tale elemento discriminante risulta presente in modo esteso e continuo condizionando la stabilità potenziale dei versanti interessati. Le coperture detritiche sono state distinte sia in base agli spessori, evidenziando i depositi con spessori medi compresi tra 1 e 3 metri e quelli di spessore superiore ai 3 metri, sia in base alla tessitura degli accumuli.

Alla campitura dei diversi settori interessati dalla presenza di copertura detritica si è giunti mediante valutazioni puntuali ed analisi su aree campione.

Sono state eseguite, inoltre, valutazioni in rapporto alla pendenza dei versanti ed all'assetto vegetazionale.

L'informazione ottenuta ha permesso così una zonazione del territorio studiato in *settori discreti ad andamento prevalente*, significativa in rapporto alla scala del lavoro ma che presenta margini di incertezza elevata nel caso in cui le informazioni riportate siano utilizzate per una lettura a scala puntuale.

Nel contesto dell'area d'interesse assai ridotte sono le zone caratterizzate dalla presenza di coltri detritiche estese e potenti. In particolare i depositi detritici di maggiore estensione e spessore rilevati sono verosimilmente correlabili ad antichi accumuli di frana che in relazione a successivi fenomeni di modellamento non rivelano, ad oggi, indicatori evidenti della genesi originaria.

Tali situazioni sono state genericamente classificate come depositi detritici colluviali essendo spesso assai opinabile e soggettivo l'inquadramento di tali accumuli nell'ambito dei fenomeni franosi in senso stretto visto la rilevante incertezza associata all'individuazione, perimetrazione e classificazione dei diversi fenomeni originari.

Generalmente gli accumuli detritici eluvio-colluviali individuati presentano spessori mediamente compresi tra 1÷3 metri con tessitura mista caratterizzata da elementi lapidei anche di rilevanti dimensioni immersi in una matrice di terreno fine di natura argillo-limosa (il passante al 200 costituisce anche 70-80% del materiale).

Nella zona oggetto di studio depositi detritici di medio spessore sono soprattutto presenti in corrispondenza dei versanti costieri.

Molto limitati sono, invece, i depositi continui ed estesi, rilevabili e cartografabili alla scala del lavoro, di materiale eluvio-colluviale con potenze superiori ai 3 metri.

Ulteriori depositi detritici, inoltre, sono rappresentati dalle **coltri alluvionali** presenti soprattutto lungo il fondovalle dei torrenti principali dei maggior bacini presenti nell'area d'interesse (T. Sori e T. Nervi, T. Poggio). Tali depositi, caratterizzati da una granulometria costituita prevalentemente da ciottoli e ghiaie-sabbiose, presentano una diffusione areale ridotta ed occupano l'alveo attuale e limitate aree adiacenti il tronco terminale dei torrenti.

Lungo il tratto terminale del T. Poggio i depositi alluvionali presenti sono molto limitati ed occupano areali molto ristretti.

2.3.4 Frane

I fenomeni di instabilità di versante sono processi di modificazione del territorio che si realizzano in rapporto a diversi fattori di ordine geologico, morfologico, climatico ed antropico.

Tali fenomeni si sviluppano con modalità diverse nei diversi “ambienti” geologici e geomorfologici, sotto le più diverse condizioni climatiche e si evolvono attraverso meccanismi e cinematismi estremamente variabili.

La franosità si esplica, inoltre, sia come risultato dell’azione a lungo termine di una serie di fattori responsabili, sia come processo connesso a modificazioni parossistiche o, comunque, di breve durata. La franosità risulta, dunque, un processo variabile nello spazio e nel tempo.

E’ evidente, quindi, come sia necessario un’analisi del problema di tipo sistematico, compatibilmente con le difficoltà connesse alla generalizzazione del problema stesso.

L’analisi della franosità reale è un momento fondamentale nell’ambito delle indagini finalizzate all’identificazione del comportamento di *area vasta*; dalla conoscenza della franosità reale si traggono sia informazioni sull’assetto attuale del territorio sia utili elementi di predizione del comportamento potenziale nello spazio.

La valutazione della probabile distribuzione temporale dei fenomeni risulta di difficile attuazione soprattutto in rapporto alla mancanza di dati statistici sistematicamente raccolti e necessari per la determinazione della ricorrenza dei processi franosi.

2.3.4.1 Metodologia

Le indagini sono state sviluppate effettuando analisi storiche, rilievi di campagna ed utilizzando tecniche di telerilevamento su fotografia aerea.

I rilievi di fotointerpretazione sono stati condotti su fotogrammi relativi a voli aerei eseguiti in epoche diverse (1973-1992) e sono stati svolti da due diversi operatori foto-interpreti garantendo così un controllo incrociato sull’intero lavoro svolto.

Infine sono state effettuate ricognizioni in campagna sulle diverse situazioni rilevate dall’analisi storica e di fotointerpretazione.

Sono stati censiti ed individuati tutti quei fenomeni cartografabili alla scala del lavoro. Le frane di piccole dimensioni, non cartografabili alla scala della cartografia utilizzata, sono state rappresentate con simboli indicatori di una localizzazione approssimativa.

I diversi movimenti franosi individuati sono stati classificati in base alla geometria, tipologia, età, attività; sono stati, inoltre, evidenziati i principali parametri identificativi ed i principali attributi geoambientali, nonché i probabili fattori predisponenti ed innescati.

Tutte le informazioni sono state censite e riportate in un archivio in cui i dati relativi ad ogni singolo fenomeno sono evidenziati in schede secondo il modello riportato nelle *Raccomandazioni regionali*.

In relazione alla tipologia sono stati distinti movimenti franosi di *scivolamento*, *crollo* e *colamento*. Oltre ad individuare le frane in senso stretto sono state cartografate quelle situazioni riconducibili a deformazioni gravitative profonde di versante (D.G.P.V.).

Le frane sono state classificate rispettivamente “*attive s.s*” e “*quiescenti*” in rapporto alle evidenze dirette ed indirette osservate nel corso delle attività di rilevamento; inoltre sono state individuate, in alcuni casi, le frane “*stabilizzate*”.

Allo scopo di determinare il grado di evoluzione dei dissesti e quindi la loro pericolosità si è tentato di valutarne l'età. In particolare, nonostante l'oggettiva difficoltà a valutare questo parametro, non disponendo di datazioni assolute, si è giunti ad una stima di età relativa.

Sono stati definiti *recenti* quei movimenti accaduti negli ultimi 25-50 anni su versanti “*integrati*” mentre sono stati definiti genericamente *pregressi* i fenomeni riferibili a periodi precedenti.

2.3.4.2 Principali tipi di frane

Nell'ambito dell'area di studio è presente un complesso di tipologie di movimenti franosi assai diversificato. In alcuni casi non sempre i fenomeni risultano facilmente identificabili con certezza. Tale situazione si riscontra soprattutto laddove sono presenti fenomeni *vecchi* o *molto vecchi* rispetto ai quali le successive fasi di modellamento morfologico rendono molto incerta l'identificazione e la campitura del movimento originario.

Per molte situazioni, inoltre, elevati margini di incertezza si hanno nell'identificazione dello stato dell'attività dei fenomeni e delle dimensioni delle masse coinvolte in profondità che, spesso, sono individuabili con certezza solo attraverso la realizzazione di attente indagini geologiche, geotecniche e monitoraggi in situ.

Infine è importante evidenziare come, generalmente, i fenomeni osservati siano connessi alla combinazione di più meccanismi di movimento avvenuti simultaneamente (stile composito) o in tempi successivi (stile complesso) nell'ambito del medesimo versante.

Crolli e scivolamenti in roccia

A tale tipologia di fenomeni fanno riferimento quelle frane che si verificano in corrispondenza di fronti rocciosi con andamento verticale o sub verticale.

Nella zona oggetto di studio le aree interessate da tali fenomeni sono bene individuabili; in particolare questi movimenti si riscontrano soprattutto in corrispondenza di:

- pareti di vecchie cave;

- tagli stradali in roccia non contenuti;
- tratti della falesia costiera.

Scorrimenti (o scivolamenti) e colamenti

I fenomeni riconducibili a scorrimento e colamento costituiscono la tipologia di frana più frequentemente presente nell'area esaminata

In genere si tratta di frane poco profonde che si sviluppano soprattutto nell'ambito delle coperture detritiche, ovvero del substrato roccioso più alterato e/o decompresso.

I fenomeni osservati, che in genere sono riconducibili a debris slump, debris slide, debris avalanche e debris flow, appaiono in genere *vecchi o molto vecchi* talché la loro perimetrazione non sempre risulta agevole. La mancanza infatti di accumuli importanti rende appunto l'identificazione di tali fenomeni spesso non immediata.

Nell'area le situazioni riconducibili a frane attive o comunque caratterizzate da un'attività ricorrente sono assai ridotte. Il caso più evidente ed importate è rappresentato dalla frana San Gaetano ubicata nel Comune di Pieve Ligure.

Per tale fenomeno esistono una serie di fonti documentali che evidenziano una elevata ricorrenza dei movimenti dal 1926 ad oggi. La zona interessata da tali movimenti è posta in corrispondenza della parte bassa del versante di Pieve Alta e cioè compresa in una fascia delimitata a monte dagli impianti sportivi ed a valle dalla strada statale Aurelia.

Frane a stile complesso e composito

In molti casi i movimenti franosi osservati sono caratterizzati da uno stile complesso ovvero composito con combinazioni dei diversi singoli fenomeni di scorrimento (o scivolamento) e colamento.

Tali situazioni sono ben rappresentate dai movimenti osservati in corrispondenza dell'abitato di Levà e di Capreno (bacino T. Sori). In tali zone sono presenti due movimenti pregressi in cui le zone di accumulo sono poste a grande distanza dalla zona di distacco. Tale situazione testimonia una evoluzione composita dei fenomeni franosi data dall'associazione di scivolamenti con fenomeni di colamento rapido di detrito.

2.3.5 Altri fenomeni gravitativi

Nel contesto dell'area sono stati identificati, inoltre, una serie di movimenti profondi generalmente caratterizzati da una evoluzione molto lenta riconducibili a D.G.P.V.

In genere si tratta di fenomeni profondi di estese dimensioni (scala di versante) tipologicamente differenti fra di loro e prevalentemente riconducibili a scorrimenti, espansioni laterali ed insaccamenti .

In merito alla collocazione di tali fenomeni nell'ambito del complesso dei movimenti gravitativi che caratterizzano la dinamica dei versanti si evidenzia che ad oggi sussistono differenti posizioni: da una parte, alcuni autori riconducono le DGPV nel contesto dei movimenti franosi, altri autori invece, separano questi fenomeni dalle frane s.s.

Tale differenza ha ovviamente grande influenza oltre che sul piano teorico scientifico anche sul piano pratico applicativo. La trattazione omnicomprensiva come un'unica categoria delle frane s.s. e delle DGPV può determinare, per esempio sul piano normativo, scelte fortemente conservative a fronte di una ridotta conoscenza delle caratteristiche e dei meccanismi evolutivi e comportamentali delle DGPV.

Con il termine DGPV si individuano una serie di fenomeni diversi fra di loro che inizialmente venivano definiti in modo generico come fenomeni gravitativi influenzati da fattori di scala e poco controllati dalla morfologia del versante interessato. In passato, inoltre, tali fenomeni sono stati spesso considerati come paleofrane (in Italia il termine paleofrana è stato utilizzato, ed in parte lo è tuttora, per indicare fenomeni gravitativi generalmente di grandi dimensioni e di età indefinita. Più recentemente, in accordo con quanto indicato nella nomenclatura corrente, l'uso del termine paleofrana dovrebbe essere riservato solo a frane di età preistorica).

Le Deformazioni Gravitative Profonde di Versante che sono presenti in gran parte del territorio italiano sono osservabili anche in molte parti del territorio ligure.

In particolare i fenomeni osservabili nel genovesato sono riconducibili a condizioni litologico-strutturali caratterizzate dalla presenza di litologie a comportamento rigido o fragile sovrapposte a rocce contraddistinte da un comportamento duttile ovvero a situazioni caratterizzate da alternanze di litologie rigide e duttili.

In generale l'assetto tettonico pregresso e la storia sismica regionale influenzano lo sviluppo ed il progredire delle DGPV. Frequentemente i fenomeni si sviluppano in corrispondenza di allineamenti (faglie e fratture esistenti) lungo i quali si è prodotto lo svincolo di porzioni discrete dell'ammasso roccioso che in taluni casi arriva a produrre uno smembramento delle placche del materiale più rigido.

Non sempre però tali fenomeni sono allineati lungo direttrici tettoniche; essi infatti si rilevano anche lungo valli molto incise: in tal senso un ruolo determinante che sicuramente ha influenzato lo sviluppo di tali fenomeni è attribuibile all'evoluzione neotettonica. Nelle zone, infatti, che a partire dal tardo Pliocene e soprattutto nel Pleistocene sono state interessate da fenomeni di sollevamento è seguito il rapido approfondimento del reticolo idrografico che ha determinato lo sviluppo di grandi dislivelli e mutamenti dell'energia del rilievo. Conseguentemente sono subentrate variazioni dello stato tensionale deviatorico che ha innescato i processi deformativi (il modello geologico descritto trova riscontro anche in alcuni studi eseguiti da alcuni autori che hanno verificato tale condizione mediante l'utilizzo di un modello fisico).

Riguardo l'individuazione e la caratterizzazione delle DGPV si evidenzia che la perimetrazione di tale forme, oltre ad essere riferita ad uno specifico quadro geologico strutturale ed evolutivo che caratterizza una determinata area, è basata sul rilievo di una serie di caratteri distintivi non sempre facilmente misurabili solo da rilievi di campo.

In generale si rileva che i versanti interessati da DGPV presentano una morfologia tormentata caratterizzata da frequenti interruzioni e/o gradonature. Talora sono presenti, nei settori medio alti dei versanti, doppie creste, contropendenze e depressioni più o meno allungate

parallelamente al pendio (talora coincidenti con allineamenti strutturali) che spesso sono totalmente o parzialmente colmate dal detrito proveniente dai settori del versante sovrastante. Per alcune tipologie di fenomeni (insaccamenti) i settori più bassi del versante sono invece contraddistinti da evidenti rigonfiamenti ed arrotondamenti differenziandosi da quei pendii caratterizzati da un andamento regolarizzato non interessato da una recente evoluzione morfologica.

Sul piano pratico applicativo si evidenzia comunque un ampio margine di aleatorietà sia nel contrassegnare questi fenomeni sia nel descrivere i meccanismi ma soprattutto nell'individuare un loro andamento evolutivo nel tempo.

Rispetto, infatti, a molte delle tipologie di frane, per le quali sono disponibili una serie di casistiche di riferimento e per le quali esiste una modellistica di simulazione e di previsione (geologica e geotecnica) consolidata nonché molte esperienze sull'efficacia del monitoraggio e degli interventi, per le DGPV non si dispone di una conoscenza definitiva e completa.

A tale riguardo si evidenzia che nella mappatura di tali fenomeni, per esempio, i limiti delle aree interessate da DGPV vengono indicati con limiti incerti (linea tratteggiata) proprio perché esiste una oggettiva difficoltà a perimetrare queste zone con una certa precisione.

Per quanto concerne lo stato di attività si precisa che, se già l'identificazione di tale aspetto, solo da rilievi di campo, può presentare una serie d'incertezze per le frane s.s., sicuramente presenta ampi margini d'aleatorietà per le situazioni di DGPV.

In tal senso un elemento distintivo significativo, che testimonia uno stato riconducibile ad una probabile attività del fenomeno, rilevabile da osservazioni di campo, è dato dalla presenza di trincee (tranches) aperte e ben evidenti rispetto alla quale non sussistono incertezze interpretative. Al contrario la presenza di depressioni (trincee) colmate da detrito e cicatrizzate è in genere associabile ad una condizione di quiescenza (o relativa stabilità).

In merito ai differenti stati di attività si precisa che nelle legende cartografiche geomorfologiche ufficiali (cfr. GNGFG, 1987 e CNR-GNDCI) le DGPV sono distinte in attive ed in quiescenti. La condizione di quiescenza ha valore generico e può riguardare anche situazioni caratterizzate da lunghi periodi di relativa inattività.

La totalità delle situazioni osservate nel genovesato, nell'ambito degli studi di bacino realizzati mediante indagini di area vasta, è riconducibile ad una situazione di quiescenza.

Resta inteso, comunque, che la scarsa evidenza morfologica dei caratteri distintivi non necessariamente è associabile all'assenza di movimenti in atto; non si può escludere, infatti, che i fenomeni in questione possano avere anche velocità di deformazione estremamente lente, non riconoscibili, per i loro effetti, sulla morfologia attuale.

Uno degli elementi di maggiore incertezza resta, comunque, la difficoltà di descrivere e valutare con un buon grado di attendibilità le modalità evolutive e soprattutto il progredire nel tempo di tali fenomeni.

In tal senso la mancanza di una casistica significativa di riferimento e di modelli geomeccanici rigorosi consolidati, associata all'indeterminatezza connessa all'eventuale influenza degli effetti di scala, rende aleatoria la capacità di previsione.

A ciò va aggiunto che, come riportato da diversi autori, non tutte le DGPV (tipo sackung) possono essere considerate come fasi iniziali verso situazioni catastrofiche, né altre tipologie di DGPV hanno questa possibilità evolutiva. Inoltre le dimensioni e la profondità del fenomeno rendono più problematica l'attuazione sia di interventi di indagine sia di risanamento.

A tal riguardo va osservato che un contributo di maggiore conoscenza potrebbe derivare dall'impiego di tecnologie recenti di monitoraggio che utilizzano il GPS o l'interferometria

radar e che però, ad oggi, hanno una prevalente valenza di carattere sperimentale (non costituiscono ancora uno standard usuale di monitoraggio) .

Rispetto a quanto sopra descritto è condivisibile quanto riportato da diversi autori che ritengono non sia consigliabile includere le DGPV nella categoria delle frane. Conseguentemente il grado di attività ovvero di pericolosità associabile alle DGPV acquista un significato diverso dal grado di attività ovvero di pericolosità associato alle frane s.s.

Ciò ovviamente determina, sul piano pratico, la necessità di adottare una trattazione distinta fra le due categorie di fenomeni gravitativi.

Tali fenomeni sono evidenti in diverse dell'area studiata in particolare:

- sul versante sinistro del bacino del Nervi (versante nord del M.te Giugo);
- in corrispondenza dei settori medio-bassi del versante di Pieve Alta;
- nella zona afferente al bacino del T. Sori.

2.3.6 Aree in erosione

Sono state analizzate forme e processi d'*erosione idrica* sia perché possono costituire importanti elementi di dissesto superficiale, sia per lo stretto rapporto che, talora, tali elementi hanno nel contesto dell'innesco e dell'evoluzione dei movimenti di massa.

In particolare si sono analizzati l'erosione laterale e di fondo lungo le aste torrentizie, nonché i fenomeni erosivi diffusi sui versanti.

Lungo i versanti sono state rilevate tutte quelle zone in cui si è riscontrata una propensione al denudamento, sia dei terreni di copertura sia dei materiali disgregati derivanti da disfacimento del substrato roccioso.

Sostanzialmente sono state identificate quelle zone scarsamente vegetate presenti in corrispondenza di versanti ad elevata pendenza, di forma prevalentemente allungata che influenzano la concentrazione del ruscellamento.

In generale si è sostanzialmente osservato che l'azione erosiva e l'azione gravitativa sono in stretto rapporto e spesso i processi coesistono.

Nell'area d'interesse le zone suscettibili di erosione diffusa risultano ampiamente estese e distribuite. Il fenomeno assume particolare rilevanza in gran parte del bacino del torrente Nervi e nella parte medio-alta del bacino del T. Sori mentre appare più contenuto lungo i versanti prospicienti il mare.

I processi di *erosione spondale* sono stati segnalati soprattutto in corrispondenza di zone in cui tale fenomeno risulta marcatamente evidente e per tratti d'alveo in curva dove l'azione dell'acqua può determinare scalzamenti di materiale lungo le sponde esterne ed influenzare il comportamento dei versanti sovrastanti.

Sono stati, infine, individuati, i tratti d'alveo con evidenti incisioni di fondo ovvero quei tratti dove, in rapporto ad un'evoluzione a lungo termine, si riscontra una prevalente *erosione di fondo* dell'alveo stesso che può influenzare il processo di trasformazione nel tempo dei versanti. In genere tale processo risulta evidente lungo i tronchi d'alveo dei torrenti minori.

2.3.7 Terrazzi marini

Uno degli elementi geomorfologici più salienti osservati nell'ambito dell'area di studio è dato dalla presenza di terrazzi di origine marina. Tali elementi geomorfologici sono visibili, in modo più o meno marcato, a diverse quote, lungo tutto il tratto costiero.

Di questi, quello di più recente formazione, è posto ad una quota media intorno ai 30-40 m.s.l.m e presenta rilevanti estensioni soprattutto nella zona tra la città di Genova e l'abitato di Nervi.

Tale elemento testimonia uno spostamento della linea di costa verso mare avvenuto in conseguenza dei sollevamenti plio-quadernari della fascia costiera verosimilmente combinati alle periodiche oscillazioni del livello marino.

2.3.8 Fenomeni Antropici

E' noto come le attività antropiche, soprattutto di rilevante impatto, determinano forti interferenze con l'assetto dei versanti e l'evoluzione geomorfologica naturale del territorio.

Per alcuni elementi antropici si è, perciò, analizzata la rilevanza che questi hanno sul territorio esaminato; in particolare sono state analizzate le modificazioni connesse ad attività estrattive di cava ed alla realizzazione di sbancamenti e riporti di impatto significativo.

Cave: nel territorio di riferimento nulla o praticamente assente è l'attività estrattiva in atto per lo sfruttamento di materiale da costruzione né i rilievi di campo e le informazioni raccolte hanno evidenziato che nella zona fossero presenti, in passato, cave o miniere di interesse significativo.

Sono invece presenti, soprattutto, nelle zone urbane e periurbane, piccole ex cave di prestito che frequentemente sono state, successivamente urbanizzate.

I casi più evidenti di tali situazioni sono osservabili in corrispondenza della ex cava di Via Dino Col e di via Digione che, peraltro, in passato, sono state interessate da movimenti franosi.

Discariche e Riporti: nell'area esaminata si sono individuati depositi di inerti e rilevati di dimensioni anche rilevanti. Per quanto riguarda i riporti si fa osserva che in tutta l'area urbana sono presenti una serie di modifiche antropiche (spianamenti e riporti) anche di importanza rilevante. La più significativa di tali trasformazioni è rappresentata dall'ampliamento della zona portuale dove i riporti artificiali hanno completamente trasformato l'assetto costiero originario.

Sempre nel contesto urbano della città di Genova numerosi sono i riporti artificiali intravallivi successivamente urbanizzati.

Riempimenti intravallivi importanti sono presenti nella zona dell'Albergo dei Poveri e presso il vecchio lago artificiale del Lagaccio.

Al di fuori dell'area urbana riporti importanti sono costituiti dai rilevati autostradali che si osservano lungo il percorso dell'autostrada A12 e nei pressi dello svincolo di Genova-Nervi.

Discariche: Nel bacino del Torrente Poggio e nel Bacino del Torrente Sori sono presenti due importanti discariche di inerti di tipo intravallivo di grandi dimensioni.

La discarica sul torrente Poggio è posta subito a monte dell'abitato di Bogliasco e solo recentemente è stata oggetto di una sistemazione nella quale sono stati effettuati interventi di sistemazione al piede (riduzione dell'acclività) e di regimazione idraulica.

Nel bacino del Sori la discarica è ubicata sul rio Cortino, a valle dell'abitato di Teriasca; tale discarica, che molto probabilmente è nata come deposito di marino delle gallerie autostradali, presenta un piede molto acclive ed è utilizzata ad oggi, come quella sul rio Poggio, per attività sportive.

2.3.9 Acclività

Nell'area oggetto del presente studio le caratteristiche lito-strutturali e l'evoluzione geomorfologica influenzano in modo rilevante l'andamento e l'acclività dei versanti.

In genere elevata è l'energia dei rilievi con pendenze che più frequentemente sono comprese tra i 19° ed i 36°. Significativa è anche l'estensione delle zone interessate da pendenze comprese tra i 36° ed i 45° che appaiono peraltro concentrate soprattutto nel bacino del T. Nervi e sul versante destro del T. Poggio e T. Sori.

Limitate e localizzate sono, invece, le aree interessate da pendenze > 45°: in genere tali pendenze si riscontrano lungo la falesia costiera tra Sturla e Recco ed in corrispondenza di ex cave ovvero di tagli stradali importanti come quello della strada di cornice Apparizione-Uscio.

Le zone interessate da pendenze inferiori a 19° sono ubicate lungo la fascia costiera dove soprattutto in corrispondenza del terrazzo marino di più recente formazione ed in corrispondenza di spianamenti artificiali (sbancamenti e riporti realizzati in ambito urbano) si rilevano estese zone caratterizzate da una pendenza compresa tra lo 0% ed il 20%.

Nelle zone più interne le aree caratterizzate da ridotta acclività si osservarono in corrispondenza di rotture di pendio riscontrabili su quei versanti con forma gradonata e generalmente riconducibili a D.G.P.V.

Per la realizzazione del tematismo dell'acclività è stata utilizzata la cartografia redatta da Regione Liguria nel 2001, al fine di uniformare la metodologia di studio in tutti gli ambiti territoriali della Provincia di Genova.

Sono state distinte sette classi di acclività evidenziate con colori percentuali in tono crescente secondo l'intervallo della pendenza del terreno.

I valori sono espressi in percentuale, da un minimo di 0%, che corrisponde alla pendenza nulla (pianura), ad un massimo di 100%, che corrisponde a 45° di pendenza.

La carta dell'acclività è stata realizzata a partire dal modello digitale del terreno (DTM) ottenuto dall'interpolazione di punti appartenenti ad una griglia a passo regolare di 40 metri.

Per l'identificazione delle diverse classi si è fatto specifico riferimento alle Raccomandazioni Regionali che individuano le seguenti classi di acclività:

- classe 1, acclività 0% - 10%;
- classe 2, acclività 10% - 20%;
- classe 3, acclività 20% - 35%;
- classe 4, acclività 35% - 50%;
- classe 5, acclività 50% - 75%;
- classe 6, acclività 75% - 100%;
- classe 7, acclività >100%.

Rispetto alle classi di pendenza sopra indicate su un'area di circa 40 km² (area di riferimento su cui sono state eseguite le analisi di pendenza) il 73% ricade nelle classi 4 e 5 mentre la classe 6 occupa circa 11% dell'area di riferimento.

Le classi 1, 2 e 3 occupano, invece, circa il 15% dell'area di riferimento mentre la classe 7 occupa solo circa 1%.

2.4 Idrogeologia

Le valutazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nella zona d'interesse hanno, nell'ambito del lavoro svolto, carattere generale ed indicativo in quanto dedotte dall'esame della permeabilità relativa delle diverse litologie presenti.

Obiettivo principale di tale analisi è stato l'individuazione, seppure in termini generali, di un parametro eventualmente utilizzabile per valutare la potenziale influenza delle condizioni idrogeologiche sulla franosità.

Nel definire il diverso grado di permeabilità relativa si sono analizzate le diverse caratteristiche litologico-strutturali, nonché la presenza o meno di contatti di permeabilità o particolari zone d'impregnazione idrica.

Il territorio è stato così suddiviso in settori a diverso grado di permeabilità correlabili a diversi comportamenti idrogeologici.

Sono state individuate tre classi fondamentali di permeabilità associate alle differenti litologie presenti nell'area: i calcari marnosi della Formazione di M.te Antola, le coperture detritiche colluviali potenti (>3 metri), i riporti artificiali potenti e i depositi alluvionali di fondovalle.

I calcari marnosi sono stati classificati *permeabili per fratturazione*, con circuiti idrici anche relativamente profondi fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle diverse discontinuità presenti.

Le coperture e i riporti artificiali potenti sono stati classificati genericamente come *permeabili per porosità*.

In particolare nelle coperture colluviali potenti, anche se non si riscontra la presenza di acquiferi importanti, sono, comunque, presenti deflussi idrici significativi che influenzano il comportamento meccanico di tali terreni.

Le circolazioni idriche sono riconducibili ad uno schema di flusso lungo orizzonti ben determinati e spesso isolati. In particolare, in prossimità del substrato roccioso, fenomeni di impregnazione idrica del terreno di copertura sono frequentemente connessi con sorgenti poste nel substrato, mentre in corrispondenza del piano campagna la circolazione idrica è in stretta connessione con gli apporti meteorici.

Al verificarsi di eventi intensi e concentrati gli strati più superficiali dei terreni di copertura vengono, generalmente, a trovarsi in condizioni di elevata saturazione. Tale condizione, oltre a ridurre l'infiltrazione verso orizzonti più profondi è la principale causa innescante di fenomeni franosi, tipici dei terreni di copertura, classificabili come scivolamenti associati a colate rapide con elevato contenuto in acqua.

Le alluvioni di fondovalle, infine sono caratterizzate da *elevata permeabilità* primaria per porosità e l'alimentazione principale degli acquiferi alluvionali è tipicamente connessa al deflusso presente nel torrente stesso (sistema acquifero-fiume).

2.5 Uso del Suolo

2.5.1 Metodologia di studio

Il lavoro ha avuto come oggetto la revisione della Carta dell'uso del suolo prodotta per il Piano di Bacino Stralcio ex D.L. 180/98, approvato nel 2002. La carta era stata redatta mediante informazioni ottenute sia tramite l'analisi di ortofotocarte in scala 1:10000 prodotte nel 1999, sia dallo studio della cartografia afferente ai piani stralcio dei bacini dei torrenti Sori (1996), Sturla, Nervi e Poggio (1997) e, per le zone ricadenti nel Comune di Genova, era stata consultata la cartografia dell'uso del suolo in scala 1:10000, redatta nel 1999.

La revisione è stata effettuata mediante rilievi di campagna che hanno interessato tutta l'area di studio. L'Ambito 14 è stato suddiviso nei bacini idrografici che lo costituiscono (Sori, Poggio, Nervi, Sturla, zona di Genova) e nelle rispettive aree scolanti per poter permettere un'indagine più approfondita del territorio.

Il supporto cartografico utilizzato per il controllo in campo è stato approntato con carte tecniche regionali in scala 1:5000 con evidenziazione dei crinali e degli altri elementi morfologici utili alla georeferenziazione e con la Carta dell'uso del suolo (prodotta per il sopraccitato Piano di Bacino) suddivisa per bacini idrografici in scala 1:5000.

Con i dati raccolti sono state operate, laddove necessarie, le opportune modifiche alla Carta dell'uso del suolo fino ad ottenere la carta definitiva. Per la restituzione grafica sono state utilizzate le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10000.

Nell'individuazione delle categorie d'uso del suolo e nella successiva stesura della Carta è stata seguita la Raccomandazione n° 4A/1996 ("Legende per: Carta della vegetazione reale - Carta di copertura e di uso del suolo - Carta di dettaglio dei movimenti franosi - Scheda per il

censimento dei movimenti franosi”) dei “Criteri per l’elaborazione dei Piani di Bacino” della Regione Liguria.

Contestualmente all’individuazione delle categorie di uso del suolo è stato attribuito anche l’indice di efficienza idrogeologica seguendo le indicazioni riportate nell’allegato della Raccomandazione n° 2/2000 (“Indicazioni metodologiche per la redazione della carta di suscettività al dissesto dei versanti”) dei “Criteri per l’elaborazione dei Piani di Bacino” della Regione Liguria.

Di seguito sono riportate la legenda della Carta di copertura e d’uso del suolo e l’elenco delle classi di efficienza idrogeologica, così come indicato nelle Raccomandazioni della Regione Liguria.

LEGENDA DELLA CARTA DI COPERTURA E D'USO DEL SUOLO**1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE****1.1 ZONE URBANIZZATE**

- 1.1.1 tessuto urbano continuo
- 1.1.2 tessuto urbano discontinuo

1.2 ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE

- 1.2.1 aree industriali o commerciali
- 1.2.2 reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
- 1.2.3 aree portuali
- 1.2.4 aeroporti

1.3 AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE

- 1.3.1 aree estrattive
- 1.3.2 discariche

1.4 ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE

- 1.4.1 aree verdi urbane
- 1.4.2 aree sportive e ricreative

2 TERRITORI AGRICOLI**2.1 SEMINATIVI**

- 2.1.1 seminativi in aree non irrigue
- 2.1.2 seminativi in aree irrigue
 - 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria
T = terrazzati
 - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra
T = terrazzati

2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE

- 2.2.1 vigneti
T = terrazzati
- 2.2.2 frutteti
T = terrazzati
- 2.2.3 oliveti
T = terrazzati

2.3 PRATI E PASCOLI**2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE****2.5 EX COLTIVI****3 TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI****3.1 PRATERIE****3.2 ZONE BOScate****3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA****3.4 ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE**

- 3.4.1 spiagge, dune
- 3.4.2 rocce nude
- 3.4.3 aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritici)
- 3.4.4 aree percorse da incendi recenti inf. a 2 anni

4 ZONE UMIDE**4.1 ZONE UMIDE INTERNE**

5 CORPI IDRICI

5.1 ACQUE CONTINENTALI

5.1.1 corsi d'acqua, canali largh. minima alveo mt 10

5.1.2 bacini d'acqua

5.2 ACQUE MARITTIME

CLASSI DI EFFICIENZA IDROGEOLOGICA

1 = ALTA

2 = MEDIA

3 = BASSA

Foto 1: Tessuto urbano continuo



Foto 2: Tessuto urbano discontinuo



2.5.2 Analisi delle categorie

2.5.2.1 Tessuto urbano continuo e discontinuo e aree industriali e commerciali

I maggiori centri urbani a tessuto continuo (Foto 1) corrispondono ai territori comunali di Genova, Bogliasco, Pieve Ligure e Sori.

Le frazioni e le località afferenti a detti comuni con nucleo abitativo compatto sono state classificate come tessuto urbano continuo (19,68% del territorio oggetto di analisi), mentre per quanto riguarda le aree a tessuto urbano più lasso con intercalazione di aree agricole o comunque vegetate (Foto 2), si è preferito utilizzare la categoria tessuto urbano discontinuo (4,49%).

L'area portuale occupa circa 2 Km² di estensione, il 2,98% del territorio in esame, mentre le aree industriali e commerciali, per altro poco estese, sono presenti nella percentuale dello 0,28%.

2.5.2.2 Territori agricoli

Le superfici coltivate, osservabili sul territorio, possono essere ricondotte alle sottoclassi individuate come coltivi utilizzati e coltivi abbandonati. Le aree utilizzate sono quelle zone alle quali sono state apportate le ordinarie cure colturali che consentono di ottenere un adeguato prodotto.

La superficie delle aree utilizzate è di 707 ha, cioè circa il 10,5% del territorio oggetto di analisi. Il 67,2% (583 ha) dei territori agricoli è stato ricavato mediante terrazzamento dei versanti, sistemazione idraulico - agraria costante del paesaggio ligure.

Le superfici coltivate risultano così suddivise: seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria e in serra, oliveti e zone agricole eterogenee; le uniche attività agricole specializzate sono rappresentate dagli oliveti (Foto 3) e dalle serre.

L'olivicoltura è principalmente dislocata sui versanti a mare di Nervi, Bogliasco, Pieve e nelle valli del Sori e dello Sturla, e occupa una superficie di 562 ha (8,33%).

Le cultivar di olivo più diffuse sono le seguenti:

- “Pignola o Pinola” cultivar prevalentemente diffusa nella Provincia di Genova, pianta di dimensione media, poco vigorosa, resistente al freddo ed ai parassiti comuni, frutto piccolo di colore corvino a maturazione e conferente un gradevole sapore di fruttato all'olio che si ricava.
- “Lavagnina” si ritiene un sinonimo della cv. Taggiasca, pianta piuttosto vigorosa, può raggiungere un'altezza anche di dieci metri, chioma di colore verde pallido, sensibile alla siccità e ai comuni parassiti vegetali, frutto di pezzatura media tendenzialmente nero-violaceo, conferente sapore dolce all'olio che si ricava.
- “Rossese” cultivar prevalentemente diffusa nella Provincia di Genova, pianta di dimensioni contenute con tronco esile, chioma dalla tipica colorazione giallo-rossiccia, sensibile al freddo ed alle più comuni crittogame ma resistente agli attacchi di mosca,

frutto grosso di colore rosso vinoso con caratteristiche organolettiche simili a quelle della “Lavagnina” ma con rese in olio minori.

A causa della frammentazione spinta della proprietà, dell’orografia sfavorevole e dello scarso reddito ritraibile dalla coltura olivicola, vissuta come fonte di olio destinato prevalentemente all’autoconsumo, l’olivicoltura sta vivendo un drastico ridimensionamento.

Le aree in cui sono presenti tutti i tipi di consociazioni colturali possibili tra specie arborea, arbustiva ed erbacea sono definite come zone agricole eterogenee (Foto 4) ed occupano una superficie di 96 ha (1,42%); queste occupano i terreni in prossimità del centro abitato: appezzamenti ad ulivo, colture orticole, alberi da frutta si alternano e si frammezzano a lembi di vegetazione naturale e a zone parzialmente urbanizzate. Aree a colture eterogenee di dimensioni interessanti sono localizzate a Bavari-San Desiderio e a Genova nella zona sovrastante il casello autostradale di Genova Ovest.

Nella categoria dei coltivi abbandonati (161 ha), sono stati inseriti tutti quegli appezzamenti ormai non più coltivati da tempo perché lontani dall’abitato, sfavoriti per la loro lavorazione o meno produttivi.

In queste zone la vegetazione naturale sta prendendo il sopravvento (Foto 5), ciò è evidenziato dalla presenza di arbusti cosiddetti ricostruttori (ad esempio la ginestra di Spagna, *Spartium junceum*) e di plantule di pioniere eliofile (*Quercus pubescens*) sui terrazzamenti meglio esposti; sovente a causa dell’elevato contenuto di sostanza organica dovuta alle prolungate concimazioni si verifica lo sviluppo di vegetazione nitrofila caratterizzata prevalentemente da rovi (*Rubus spp.*).

Foto 3: Oliveto

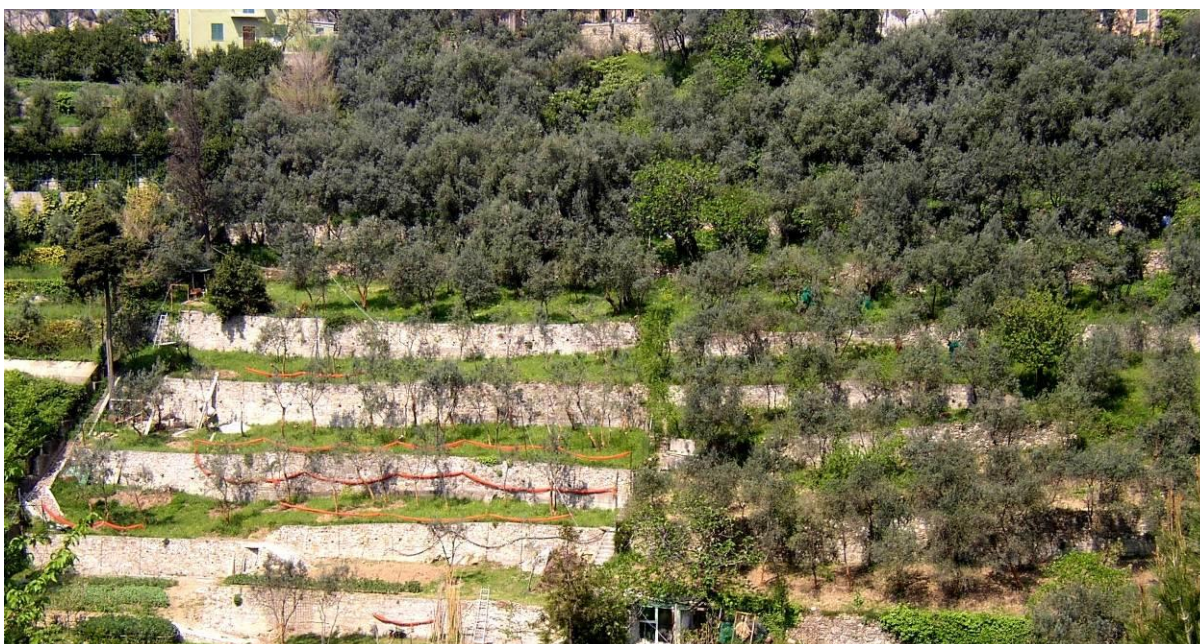


Foto 4: Colture eterogenee



Foto 5: Ex coltivi in evoluzione naturale



2.5.2.3 Territori boscati ed ambienti semi naturali

Zone boscate

Nell'ambito di questa grande categoria rientrano tutte le formazioni forestali la cui copertura del suolo (area di insidenza della chioma) è superiore al 20% indipendentemente dalle essenze forestali che le compongono.

I boschi (Foto 6) sono la formazione più rappresentata del territorio con 2158 ha (32,01%) e la loro estensione è sicuramente in crescita: l'abbandono progressivo delle pratiche agricole e pastorali fa sì che gran parte dei versanti, guadagnati un tempo all'agricoltura con opere di terrazzamento, vengano ricolonizzati prima dagli arbusti ed in un secondo tempo dagli alberi; per lo stesso motivo le zone prative di crinale, da epoche remote trasformate in pascoli, diventano man mano più esigue.

Il governo è il modo con cui un bosco viene rinnovato e dipende dal tipo di propagazione delle piante; può essere:

- a fustaia: riguarda solo piante originate da semi. Le piante sono costituite da un unico tronco, che viene lasciato crescere liberamente fino al momento dell'utilizzazione; dopo l'abbattimento la fustaia si rinnova per via naturale, allevando le piantine nate dalla disseminazione spontanea, oppure artificialmente con una nuova piantagione;
- a ceduo: riguarda esclusivamente le latifoglie; quando le piante hanno raggiunto un certo sviluppo vengono tagliate periodicamente e il bosco si rinnova mediante l'emissione di polloni in corrispondenza dei tagli fatti; la rinnovazione avviene quindi per gemma fino ad esaurimento del ceduo, dopo di che si procede al reimpianto per via artificiale;
- a ceduo composto: quando insieme alle piante allevate a ceduo si lasciano crescere anche piante d'alto fusto in numero di qualche centinaio per ettaro. Se il numero di piante d'alto fusto è invece limitato a qualche decina per ettaro, con la sola funzione di ottenere la ricostituzione naturale del bosco mediante disseminazione spontanea, si parla di "ceduo matricinato" e matricine sono dette le piante d'alto fusto che servono per la disseminazione.

I cedui possono essere trattati nei seguenti modi:

- ceduo a ceppaia, se le piante vengono periodicamente (15-30 anni) tagliate rasente a terra; il taglio dei fusti (ceduazione) viene eseguito durante il riposo vegetativo delle piante al fine di favorire l'emissione di polloni radicali; sebbene le ceppaie rimangano produttive anche 150-200 anni, si presenta sempre il problema della loro reintegrazione poiché il turno troppo breve impedisce un'adeguata produzione di seme; per ovviare a questo inconveniente si esegue la matricinatura del ceduo;
- ceduo a capitozza, se il taglio viene eseguito ad una certa altezza dal suolo;
- ceduo a sgamollo, se è praticata la soppressione dei rami e delle branche laterali, mentre è rispettato il tratto apicale del fusto che risulta rivestito di vegetazione.

Le formazioni boschive di angiosperme sono sfruttate per ceduazione a ceppaia, questa è una forma di utilizzazione che si protrae dal passato ed il legname ricavato è utilizzato prevalentemente come legname da ardere. Il ceduo di castagno, invece, viene utilizzato per produrre paletti usati in agricoltura (viticoltura, vivaismo e recinzioni).

Le fustaie sono costituite essenzialmente da formazioni di gimnosperme e dalle formazioni a castagneto da frutto.

Le fustaie di gimnosperme, rappresentate principalmente da rimboschimenti di pino nero (*Pinus nigra*), essendo state impiantate fuori dal loro ambiente di origine sono piuttosto vulnerabili e quindi notevolmente predisposte all'attacco di parassiti. Sono infatti degradate dall'attacco di insetti fitofagi, soprattutto processionaria (*Thaumetopoea pityocampa*) e da insetti xilofagi (scolitidi e buprestidi).

Le formazioni a castagneto da frutto sono degradate da fitopatie quali il cancro corticale del castagno [*Chryphonectria (Endothia) parasitica* (Murr.)] e il mal dell'inchiostro [*Phytophthora cambivora* (Petri) Buism], tali formazioni stanno evolvendo verso formazioni miste di angiosperme mesofile in quanto il sottobosco è ricco di altre specie (carpino nero, frassino minore, rovere).

La riqualificazione dei boschi è senz'altro uno degli aspetti maggiormente critici per l'assetto vegetazionale ed idrogeologico.

Foto 6: Bosco



Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva

Le formazioni arbustive (4,04%) si rinvencono attualmente soprattutto lungo i crinali e nelle parti sommitali dei rilievi, dove preparano le condizioni per il ritorno, spesso intralciato da incendi e fenomeni erosivi, del bosco.

Le aree più ampie sono localizzate sui crinali “Zampa del Diavolo” (Valle Sturla), “Spalletta de Rocchi” (area scolante tra i torrenti Nervi e Sturla) e sul versante sovrastante il quartiere genovese del Lagaccio.

Le aree che presentano vegetazione arbustiva sono essenzialmente gli ex coltivi in evoluzione naturale, siano essi derivanti da zone con antica destinazione agricola, sia da aree in cui si esercitava attività pastorale (ex prati - pascoli in evoluzione).

In vicinanza della città, e quindi più vicino al mare, i crinali oggetto di secolare disboscamento tendono ad essere occupati dalla macchia mediterranea, mentre i terrazzamenti agricoli abbandonati frequentemente sono invasi dai rovi.

2.5.2.4 Le praterie e le formazioni prative

Le praterie occupano il 19,55% della superficie analizzata (Foto 7). Queste formazioni sono da considerare come pascoli sottoutilizzati, tali aree erano state recuperate attraverso la pratica del debbio (più remota) e, successivamente, con il taglio dei boschi esistenti per la costruzione di navi e per la produzione di calce fornendo combustibile alle fornaci (documenti del XV e XVI secolo).

L'evoluzione delle praterie verso il bosco (formazione climacica) è impedita dalle seguenti cause: ridotto spessore del terreno, clima xerico, pratiche pastorali e periodico abbruciamento di tali superfici.

Queste aree sono utilizzate quasi esclusivamente da ovini e da caprini, sono inoltre stati rilevati alcuni capi equini. Queste superfici sono soggette a “pascolo di rapina” in quanto gli animali, non essendo limitati nei loro spostamenti da chiudende, prelevano il foraggio in un punto e le restituzioni avvengono altrove con progressivo impoverimento dei terreni. Inoltre, il carico di bestiame è sottocalibrato (sottocarico) rispetto alle potenzialità del pascolo (sebbene siano piuttosto basse); conseguentemente gli animali prelevano solo le essenze più appetite con conseguente impoverimento del cotico e comparsa di arbusti e suffrutici quali *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Rosa canina* e *Rubus sp.*

In alcuni casi la cotica erbosa risulta solcata da fenomeni erosivi (erosione incanalata) e ciò è stato messo in evidenza dall'indice d'efficienza idrogeologica che risulta essere basso.

Le zone a prateria sono dislocate:

- nel bacino del Sori prevalentemente nella porzione di crinale di Monte Castelletti, Monte dell'Uccellato, Monte Becco e Monte Cornua;
- nel bacino del Poggio su Monte Rotondo, Monte Castelletti, Poggio Favaro e Monte Giugo;
- nel bacino del Nervi e nell'area scolante sottostante le praterie non solo sono presenti nella zona di crinale (Cresta di Monte Moro, Monte Fasce, Monte Cordona), ma giungono quasi

sino all'area di servizio autostradale di Sant'Ilario e lungo la tratta autostradale in zona galleria "Colle degli Ometti" (loc. Quarto);

- nel bacino dello Sturla le praterie sono relegate nella porzione di crinale che va dal Monte Poggiasco alla Vallata Bedinotti;
- nella zona del centro città l'unica area a prateria è stata rinvenuta nel versante sottostante la località di Granarolo.

Le uniche aree con una gestione più accurata del pascolo sono rappresentate dal versante "Prati di Fascia" al di sotto del Monte Bastia dove si trova una stalla con un gregge di bovini ed equini e dalla zona di crinale al di sopra dell'abitato genovese di Apparizione.

Foto 7: Praterie



2.5.3 Analisi delle superfici occupate dalle diverse categorie di uso del suolo

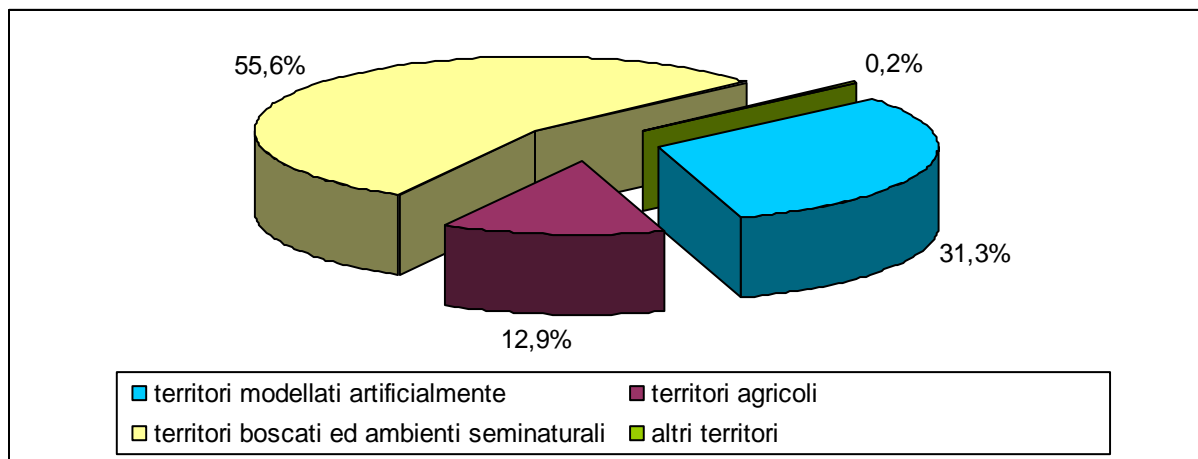
La tabella che segue riporta l'estensione delle superfici individuate all'interno dell'Ambito 14, suddivise per categorie d'uso del suolo, la loro percentuale sul totale, ed i loro raggruppamenti per le analisi di sintesi.

Tabella 1: Distribuzione della superficie del territorio nelle diverse categorie di uso del suolo in valore assoluto (Km² ed ettari), in percentuale.

Cod.	CATEGORIA	Km ²	%	ha
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE			
1.1	zone urbanizzate			
1.1.1	tessuto urbano continuo	13,27	19,68	1327
1.1.2	tessuto urbano discontinuo	3,03	4,49	303
1.2.1	aree industriali o commerciali	0,19	0,28	19
1.2.2	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	0,45	0,67	45
1.2.3	aree portuali	2,01	2,98	201
1.3.1	aree estrattive	0,056	0,083	5,6
1.3.2	discariche	0,024	0,036	2,4
1.4.1	aree verdi urbane	1,35	2,00	135
1.4.2	aree sportive e ricreative	0,72	1,07	72
	TOTALE	21,10	31,29	2110
2	TERRITORI AGRICOLI			
2.1.2	seminativi in aree irrigue	0,014	0,020	1,4
2.1.2.1	seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria	0,022	0,033	2,2
2.1.2.2	seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra	0,083	0,123	8,3
2.2	colture permanenti arboree	0,15	0,22	15
2.2.3	oliveti	5,62	8,33	562
2.3	prati e pascoli	0,22	0,33	22
2.4	zone agricole eterogenee	0,96	1,42	96
2.5	ex coltivi	1,61	2,38	161
	TOTALE	8,68	12,86	868
	AREE TERRAZZATE nei territori agricoli	5,83	8,65	583
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI			
3.1	praterie	13,18	19,55	1318
3.2	zone boscate	21,58	32,01	2158
3.3	zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	2,73	4,04	273
	TOTALE	37,49	55,6	3749
3.4→4.1	ALTRI TERRITORI	0,14	0,21	14
	TOTALE SUPERFICIE AMBITO 14	67,41	100	6741

La superficie totale occupata dall'Ambito 14 risulta essere di 6741 ha, tra le maggiori categorie individuate si può osservare che i territori modellati artificialmente occupano una superficie di 2110 ha, i territori agricoli di 868 ha, i territori boscati ed ambienti seminaturali di 3749 ha ed infine gli altri territori di 14 ha.

Grafico 1: Suddivisione della superficie totale dell'Ambito 14 nelle maggiori categorie individuate.



Come si può osservare nel grafico 1, il 55,6% della superficie dell'Ambito 14 è occupata da territori boscati e ambienti seminaturali, il 31,3% dai territori modellati artificialmente, il 12,9% dai territori agricoli ed infine lo 0,2% da categorie di territori presenti in bassissima percentuale (dal codice 3.4 al 4.1 delle categorie di uso del suolo).

Dalla tabella 1 si evince che la categoria più rappresentata sul territorio corrisponde a quella delle zone boscate, che nel complesso coprono 2158 ha, il 32% della superficie analizzata. Tale classe è la più rappresentata tra quelle appartenenti al raggruppamento delle superfici vegetate.

I territori modellati artificialmente occupano una superficie di 21,10 Km², corrispondenti al 31,29% della superficie totale. L'Ambito 14, comprendendo una parte della città di Genova e le sue zone limitrofe, ha una percentuale di superficie con tessuto urbano continuo molto estesa, che infatti raggiunge il 19,68%, a cui si aggiunge il 4,49% di quello discontinuo, per un totale di 24,17%.

Anche la superficie occupata dalle praterie raggiunge un valore elevato (19,55%).

Le aree agricole nel complesso rappresentano quasi il 13% del territorio preso in esame, di queste circa l'8,6% è terrazzato. Il 10,48% della superficie totale dell'Ambito 14 è territorio agricolo tuttora utilizzato, mentre il 2,38% risulta abbandonato.

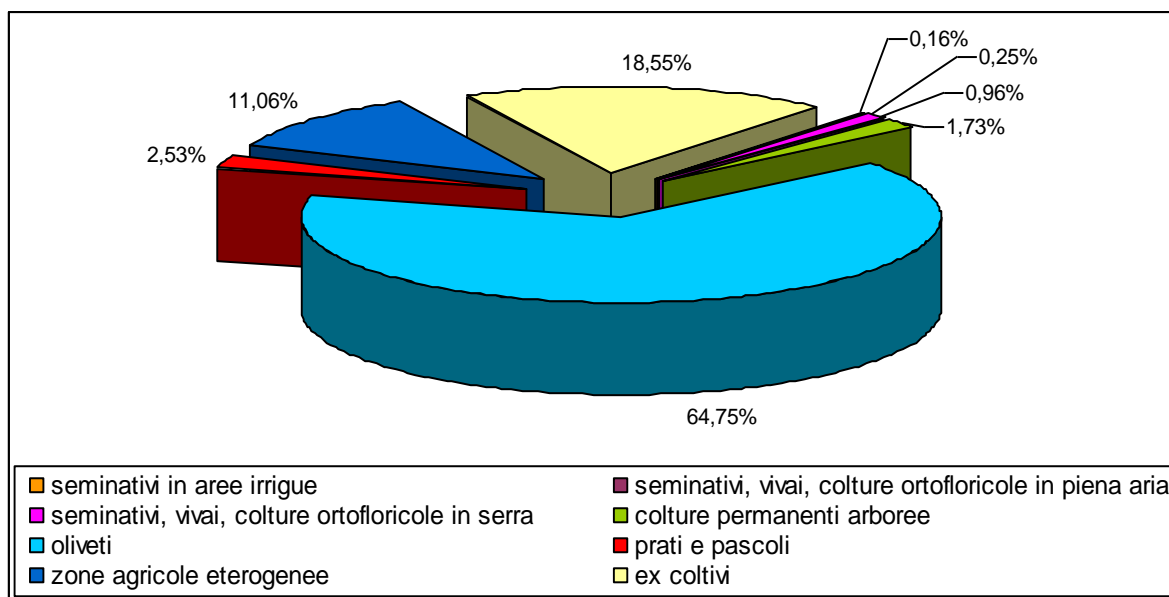
La tabella 2 riporta la percentuale di ciascuna categoria individuata nei confronti della categoria omogenea di appartenenza (territori modellati artificialmente, territori agricoli, territori boscati ed ambienti seminaturali).

Tabella 2: Distribuzione per categorie omogenee di uso del suolo in valore assoluto (Km²) e in percentuale.

Cod.	CATEGORIA	Km²	%
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE		
1.1	zone urbanizzate		
1.1.1	tessuto urbano continuo	13,27	62,89
1.1.2	tessuto urbano discontinuo	3,03	14,36
1.2.1	aree industriali o commerciali	0,19	0,90
1.2.2	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	0,45	2,13
1.2.3	aree portuali	2,01	9,53
1.3.1	aree estrattive	0,056	0,26
1.3.2	discariche	0,024	0,11
1.4.1	aree verdi urbane	1,35	6,40
1.4.2	aree sportive e ricreative	0,72	3,41
	TOTALE	21,10	100
2	TERRITORI AGRICOLI		
2.1.2	seminativi in aree irrigue	0,014	0,16
2.1.2.1	seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria	0,022	0,25
2.1.2.2	seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra	0,083	0,96
2.2	colture permanenti arboree	0,15	1,73
2.2.3	oliveti	5,62	64,75
2.3	prati e pascoli	0,22	2,53
2.4	zone agricole eterogenee	0,96	11,06
2.5	ex coltivi	1,61	18,55
	TOTALE	8,68	100
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI		
3.1	praterie	13,18	35,16
3.2	zone boscate	21,58	57,56
3.3	zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	2,73	7,28
	TOTALE	37,49	100

Il tessuto urbano continuo occupa quasi il 63% della superficie artificiale, mentre quello discontinuo ricopre circa il 14% per un totale circa del 78%. Le zone verdi artificiali non agricole (aree verdi urbane e aree sportive e ricreative), rappresentano quasi il 10% di questa categoria.

Il 57,56% dei territori boscati ed ambienti seminaturali è occupato dai boschi, mentre le praterie sono presenti sul 35% di questa superficie.

Grafico 2: Suddivisione del terreno agricolo nelle categorie individuate.

Come si può osservare sia dalla tabella 2 che dal grafico 2, la coltura maggiormente presente sul territorio agricolo risulta essere l'oliveto, con circa il 65%, seguono gli ex coltivi che occupano il 19%, mentre le zone agricole eterogenee occupano l'11% della superficie.

2.5.4 Indice di efficienza idrogeologica

L'indice di efficienza idrogeologica, associato alle diverse tipologie di uso del suolo, esprime, mediante un giudizio numerico, una valutazione sintetica e qualitativa sulla funzionalità delle diverse categorie di uso del suolo. L'indice assume una rilevante importanza nella difesa del suolo in quanto associa all'informazione sulla distribuzione delle diverse tipologie, un'informazione specifica sulla capacità di regimazione delle acque e di controllo dell'erosione superficiale da parte della copertura del suolo.

L'indice d'efficienza idrogeologica, riferito alla singola categoria di uso del suolo, viene assegnato sulla base delle seguenti valutazioni preliminari:

1. stratificazione della struttura verticale della fitocenosi e copertura del suolo;
2. stabilità fisica del soprassuolo, sulla base della densità del soprassuolo arboreo ed il rapporto tra altezza e diametro degli individui;
3. presenza/assenza di fenomeni di erosione concentrata.

1. Stratificazione della struttura verticale della fitocenosi e copertura del suolo.

Valutazione del grado di protezione dell'acqua battente e dilavante derivato dai valori percentuali di copertura dei diversi strati di vegetazione (a: arboreo, b: arboreo inferiore, c: arbustivo, d: erbaceo, e: muscinale) secondo il metodo di Pirola-Montanari-Credaro (1980) modificato come segue:

Indice di protezione dall'acqua cadente (Fe)

Copertura media % strati a+b+c+d+e	indice	Protezione
>151	1	buona
101-150	2	discreta
1-100	3	ridotta

Indice di protezione dall'acqua dilavante (Pd)

Copertura media % strati d+e	indice	Protezione
>61	1	buona
31-60	2	discreta
1-30	3	ridotta

2. Stabilità fisica del soprassuolo, sulla base della densità del soprassuolo arboreo ed il rapporto tra altezza e diametro degli individui:
 - 1) densità del soprassuolo arboreo da normale a rada, sia in fustaia che ceduo con $Hm < 100 Dm$ (Hm = altezza media del soprassuolo dominante; Dm = diametro medio del soprassuolo dominante);
 - 2) densità del soprassuolo arboreo da alta a molto alta sia in fustaia che in ceduo con $Hm \geq 100 Dm$.
3. Presenza/assenza di fenomeni di erosione concentrata:
 - 1) assenza di erosione o erosione idrica incanalata con rigagnoli e canaletti di erosione, scarsi e profondi pochi centimetri;
 - 2) erosione incanalata moderata, contraddistinta da canaletti e rigagnoli che non superano i 20-40 centimetri di profondità o piccoli movimenti franosi superficiali di pochi metri quadri di superficie e di profondità inferiore ad 1 metro ed interessano meno di un terzo della superficie;
 - 3) erosione idrica incanalata e movimenti franosi superiori a quanto indicato nel punto precedente.

Dalla somma dell'indice di protezione dell'acqua cadente (Fe) e dell'acqua dilavante (Pd) si ottiene il grado di protezione.

Il valore finale di efficienza idrogeologica (Id) si determina a seconda della maggiore o minore influenza dei punti 2 e 3 sopra analizzati.

I valori di efficienza idrogeologica calcolati sono stati raggruppati secondo le seguenti classi:

1	alta	$2 \leq Id \leq 3$
2	media	$3 < Id \leq 5$
3	Bassa	$Id > 5$

2.5.4.1 Indice di efficienza idrogeologica attribuito alle classi di uso del suolo dell'Ambito 14

Analizzando le categorie di uso del suolo dell'Ambito 14 alle quali è stato attribuito un indice di efficienza idrogeologica (territori agricoli, territori boscati ed ambienti seminaturali), si può osservare che queste coprono 46,17 Km² del territorio preso in esame, cioè il 68,49% del totale.

I restanti 21,24 Km² della superficie analizzata sono rappresentati dai territori modellati artificialmente (21,10 Km²), sui quali non è rilevante esprimere un indice, a causa dell'impermeabilizzazione creata dall'azione antropica, e dalle zone con vegetazione assente (0,14 Km²).

Tabella 3: Distribuzione della superficie del territorio (agricolo, boscato ed ambiente seminaturale) nelle tre classi di efficienza in valore assoluto (Km² ed ettari) ed in percentuale.

classe	EFFICIENZA IDROGEOLOGICA	Km ²	%	ha
1	ALTA	25,44	55,10	2544
2	MEDIA	9,59	20,77	959
3	BASSA	11,14	24,13	1114
	TOTALE	46,17	100	4617

Come si evince dalla tabella 3, l'area occupata dalle superfici che risultano avere un indice di efficienza alta è di 25,44 Km², mentre quelle con indice medio e basso ricoprono rispettivamente 9,59 Km² e 11,14 Km².

Gli indici di efficienza idrogeologica attribuiti alle formazioni vegetazionali che nel mese di agosto 2003 sono state interessate da incendi, sono stati drasticamente abbassati in quanto l'evento è ritenuto peggiorativo ai fini dell'assegnazione dell'indice.

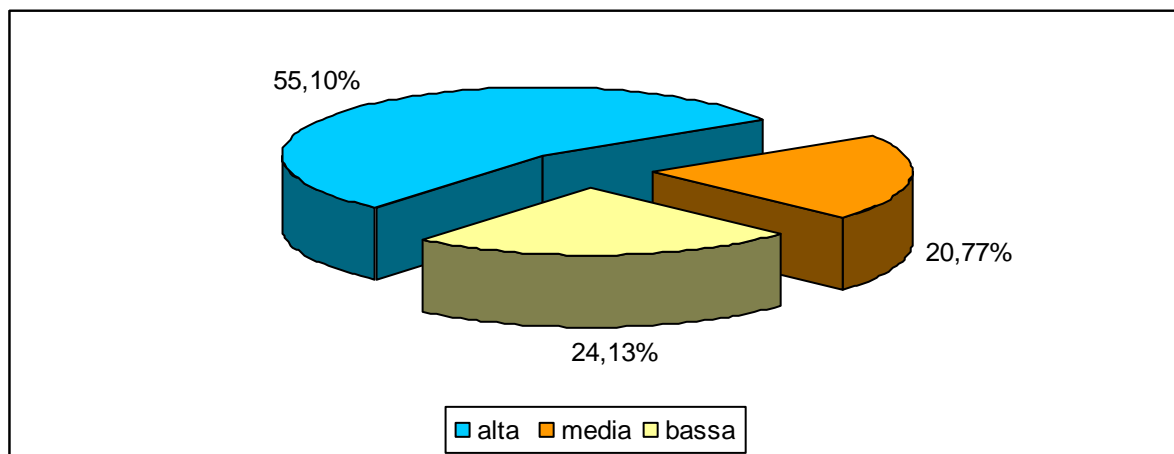
Dall'esame della dislocazione dei valori attribuiti, si può osservare che le categorie di uso del suolo che maggiormente raggiungono un valore di efficienza idrogeologica alta sono le zone boscate. In questa categoria di uso del suolo le poche aree con indice di efficienza media sono quelle a contatto con zone di prateria a basso indice mentre quelle con indice basso sono state interessate da incendi nel periodo della stesura della carta di uso del suolo.

Per quanto riguarda le praterie, l'indice di efficienza più frequentemente riscontrato è quello basso, dovuto all'elevata acclività e alla geomorfologia accidentata che caratterizza spesso le aree interessate da questa formazione vegetazionale, soprattutto nelle aree sottostanti la Strada Provinciale n° 67 e nei bacini dei torrenti Poggio e Nervi.

Si può inoltre osservare che nelle zone in cui è presente vegetazione arbustiva è stato prevalentemente riscontrato un indice di efficienza idrogeologica medio.

Nell'ambito dei territori agricoli, alle categorie dei seminativi, a causa delle caratteristiche di scarsa protezione dall'acqua cadente e dilavante, si è attribuito prevalentemente un indice basso; mentre, seguendo lo stesso criterio, nella categoria degli uliveti inerbiti è stato individuato un indice medio-alto.

Grafico 3: Suddivisione percentuale del territorio in funzione dell'attribuzione degli indici di efficienza idrogeologica.



Come si può osservare dal grafico 3, sul totale dei 4617 ha del territorio a cui è stato attribuito un indice, sul 55,10% è stata individuata un'efficienza alta, sul 20,77%, un valore medio, ed infine il 24,13%, ha indice basso.

I valori di efficienza idrogeologica attribuiti alle diverse categorie di uso del suolo dell'Ambito 14 consentono di fornire una valutazione del contributo dell'uso nei confronti della suscettività al dissesto di versante e di conseguenza concorrono alla stesura della carta di suscettività al dissesto.

2.5.5 Mappatura degli incendi

2.5.5.1 Generalità

La Liguria è una delle regioni italiane più colpite dagli incendi, sia per quanto riguarda la frequenza con cui tale evento catastrofico si verifica sia per l'intensità, intesa come superficie interessata dal fenomeno.

Dai verbali redatti dal Corpo Forestale dello Stato si evince che gli incendi, nella maggior parte dei casi, sono di natura dolosa.

I danni provocati dal ripetuto passaggio del fuoco su una stessa area sono molteplici ma si possono sintetizzare con due soli concetti:

1) Semplificazione ed impoverimento degli ecosistemi

Le alte temperature che si creano in un incendio determinano, come primo immediato effetto, la distruzione delle porzioni vegetali epigee: rimangono meno offesi gli individui di alte dimensioni, con fusti protetti da uno spesso strato di corteccia e con chioma che si sviluppa in alto rispetto al suolo.

Le trasformazioni fisico - chimiche determinate dal passaggio del fuoco, nel terreno creano un abbassamento nella scala del pH (maggiore acidità), ovvero un ambiente recettivo per poche specie ad ampio spettro di tolleranza, in particolare piante come la vitalba, i rovi (Rosa canina), la felce aquilina, graminacee cespitose crescono indisturbate non avendo nessun competitore e comportandosi come infestanti.

2) Instabilità dei versanti.

Il suolo assume colore nerastro che insieme alla perdita della copertura vegetale contribuisce ad aumentare l'assorbimento dei raggi solari, con conseguente aumento della temperatura: il terreno si frattura, l'acqua immagazzinata si disperde con velocità all'esterno e non risulta essere più disponibile per le piante superstiti che devono quindi subire un ulteriore stress (quello idrico).

La sostanza organica, bruciandosi, si disperde sotto forma di sostanze gassose, si mineralizza liberando una grande quantità di elementi nutritivi immediatamente disponibili per le piante, e gli oli essenziali le gomme e le resine formano idrocarburi densi che, insinuandosi nel terreno, si solidificano creando uno strato subsuperficiale discontinuo parzialmente idrorepellente. Se si dovesse verificare un evento piovoso, si innescherebbe tutta una serie di fenomeni erosivi: l'acqua non potendo penetrare nel suolo, si riverserebbe a valle trascinandosi materiale terroso, ciò facilitato dalle elevate pendenze dei versanti.

Per ridurre il verificarsi di tale fenomeno, che dai verbali risultano in massima parte di natura dolosa, non esistono purtroppo delle soluzioni definitive.

Si auspica una maggiore consapevolezza dell'opinione pubblica per il problema, più civiltà da parte della stessa, ed un controllo costante e tempestivo degli organi operativi competenti.

In fase progettuale, per riqualificare una superficie percorsa dal fuoco, sarebbe opportuno utilizzare specie vegetali autoctone che avvantaggino il ritorno dello stato climax come il Corbezzolo, il Sorbo montano

2.5.6 Metodologia di lavoro

Per lo studio è stato considerato il periodo che va dal mese di gennaio del 1995 al dicembre 2001.

I territori dei comuni di Genova, Bogliasco, Pieve e Sori, sono stati gli ambiti spaziali su cui si è sviluppato il lavoro di censimento degli incendi.

I dati raccolti sono stati estrapolati (Vedi Carta delle aree percorse da incendio):

- per il territorio comunale di Pieve, Bogliasco e Sori, dai verbali redatti dal Corpo Forestale dello Stato e conservati negli archivi della Stazione di Recco; sono stati mappati tutti gli incendi sia quelli ricadenti in zone boscate che quelli riferiti ad aree non boscate;

- per il comune di Genova dalla cartografia (1:5.000) prodotta dallo stesso. E' altresì da ricordare che il Comune di Genova ha cartografato, per ovvi motivi che verranno qui di seguito enunciati, solo gli incendi riguardanti le superfici boscate. Infatti, mentre per gli incendi, che hanno percorso superfici forestali, esiste, oltre ad un riferimento geografico dato dalle coordinate Gauss Boaga, una mappatura sui fogli catastali (in scala 1:2.000), per le superfici non boscate (prato-pascolo, cespugliato, incolto, ex coltivo, ex coltivo cespugliato, incolto cespugliato) esistono solo ed esclusivamente riferimenti geografici.
- dalla cartografia, realizzata da Regione Liguria in scala 1:10.000, delle aree percorse dal fuoco dal 1996 al 2001.

Le aree incendiate sono state quindi mappate e riportate sulla carta C.T.R 1:10.000.

Ogni incendio viene identificato in cartografia dall'anno in cui si è verificato l'evento.

Foto 8: incendio



2.6 Descrizione della rete idrografica

2.6.1 Schematizzazione del reticolo idrografico

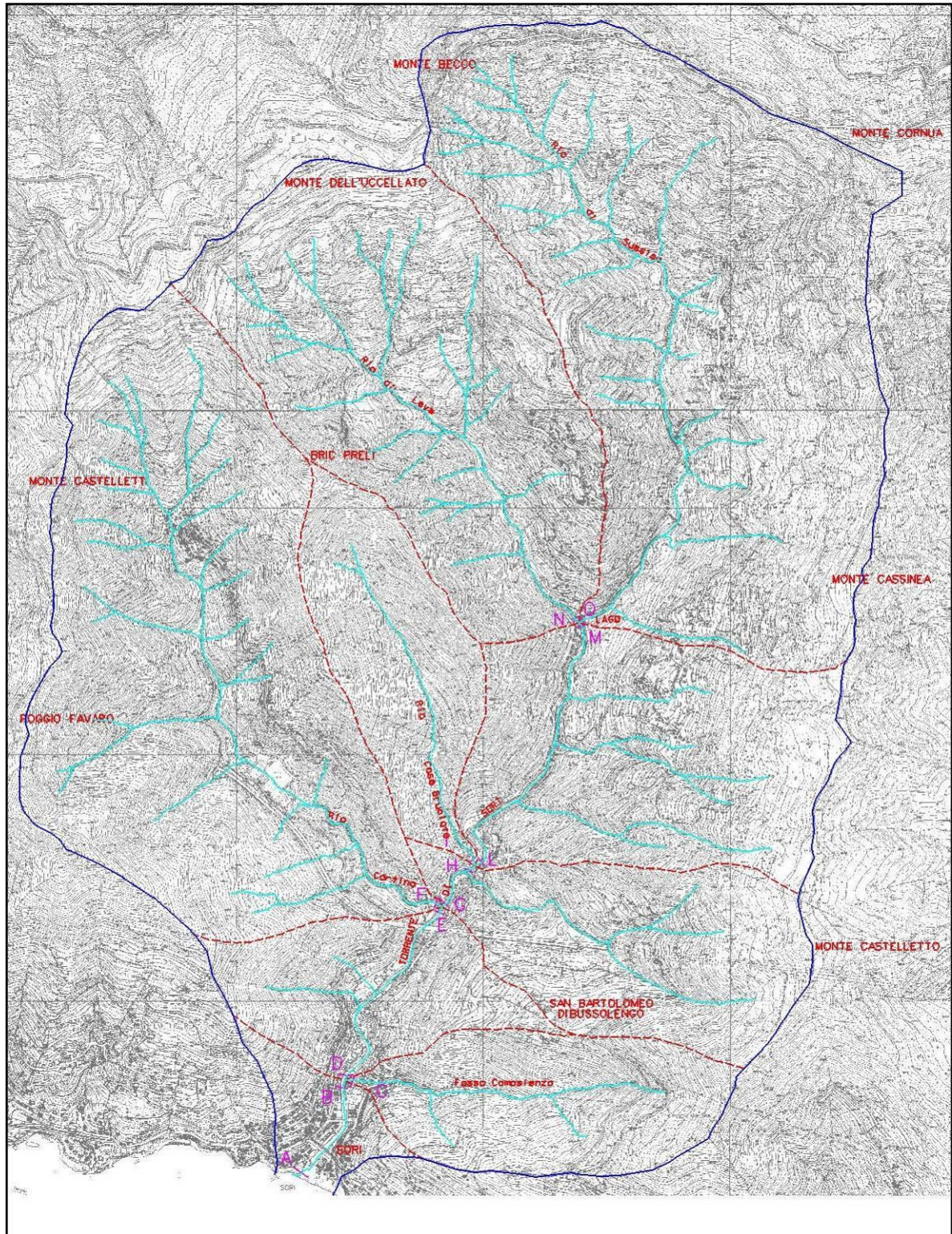
La schematizzazione è stata condotta suddividendo i diversi bacini in unità fisiografiche elementari che formano i sottobacini principali e secondari.

Le unità fisiografiche elementari sono state scelte in base a criteri d'omogeneità con particolare riferimento, all'area drenata e alla lunghezza e alle caratteristiche dell'asta.

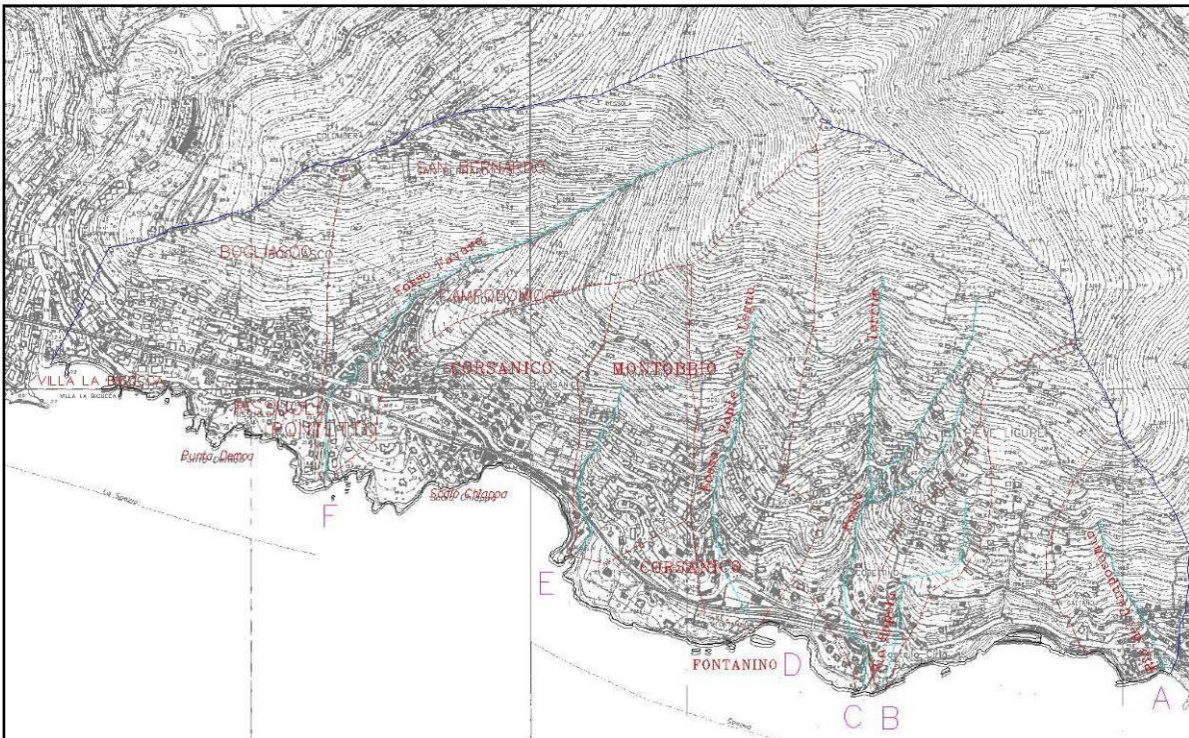
La distanza media tra due chiusure successive è stata determinata in modo da poter considerare costante il valore della portata al colmo, lungo tutto il tratto.

Per ciascuna delle chiusure individuate sono stati tracciati i limiti di bacino individuando i relativi spartiacque sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:5000 ed è stata assegnata una lettera di riferimento.

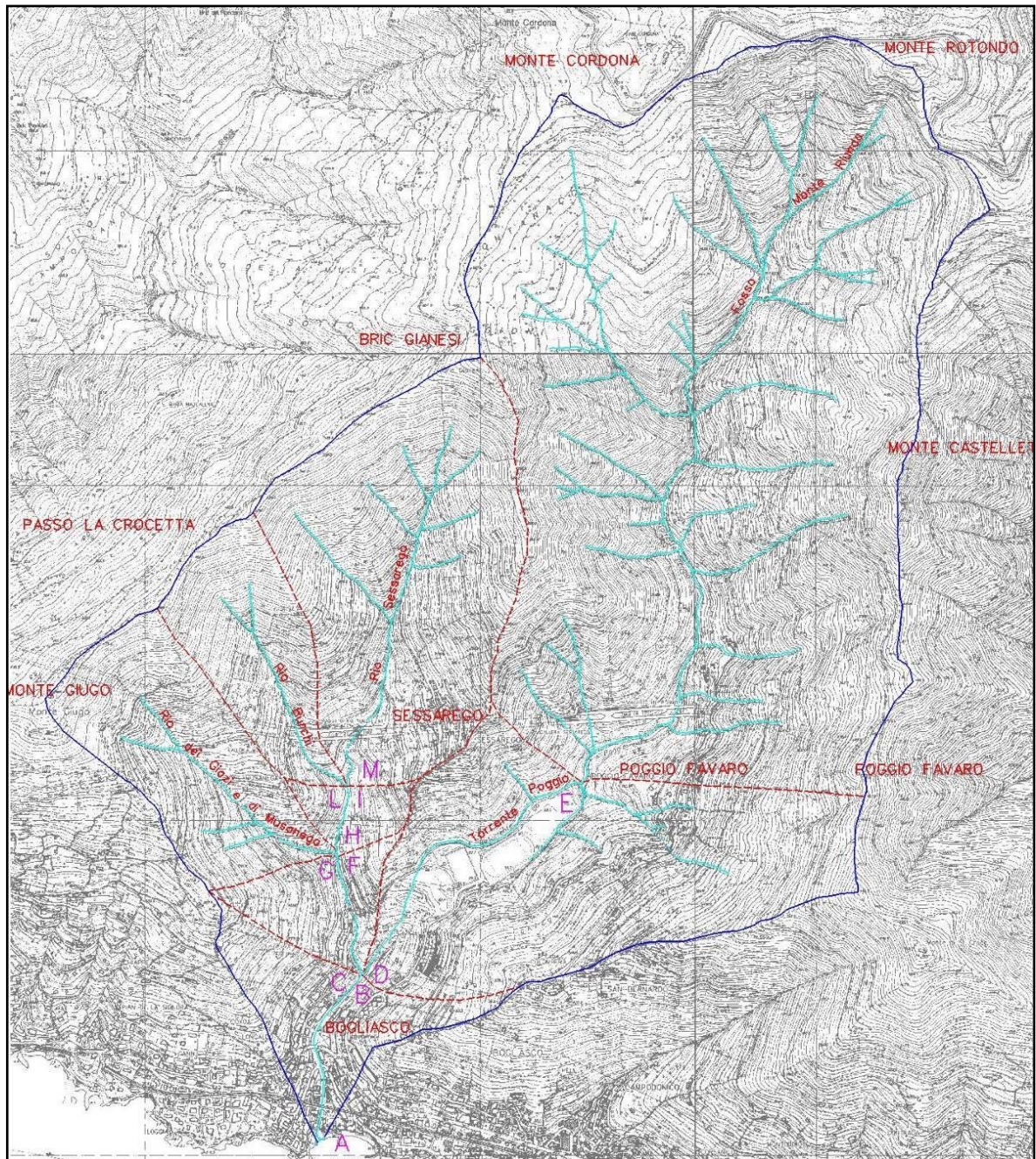
La suddivisione dei sottobacini e le relative sezioni di chiusura sono indicati nei seguenti stralci cartografici:



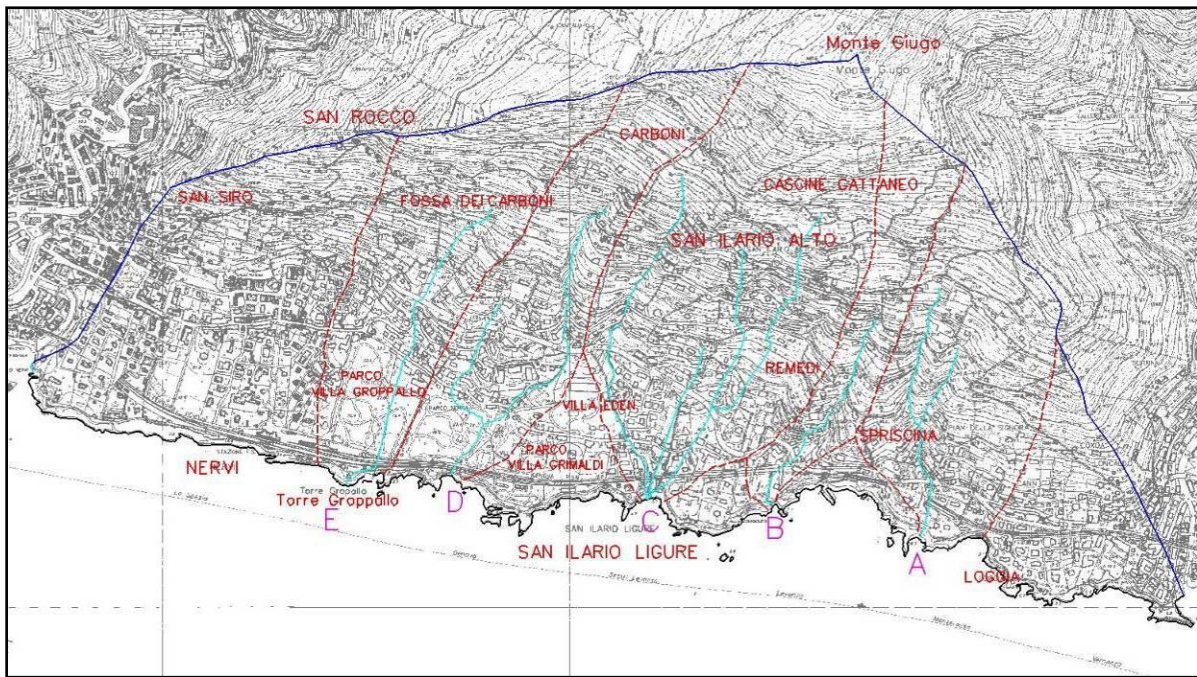
TORRENTE SORI



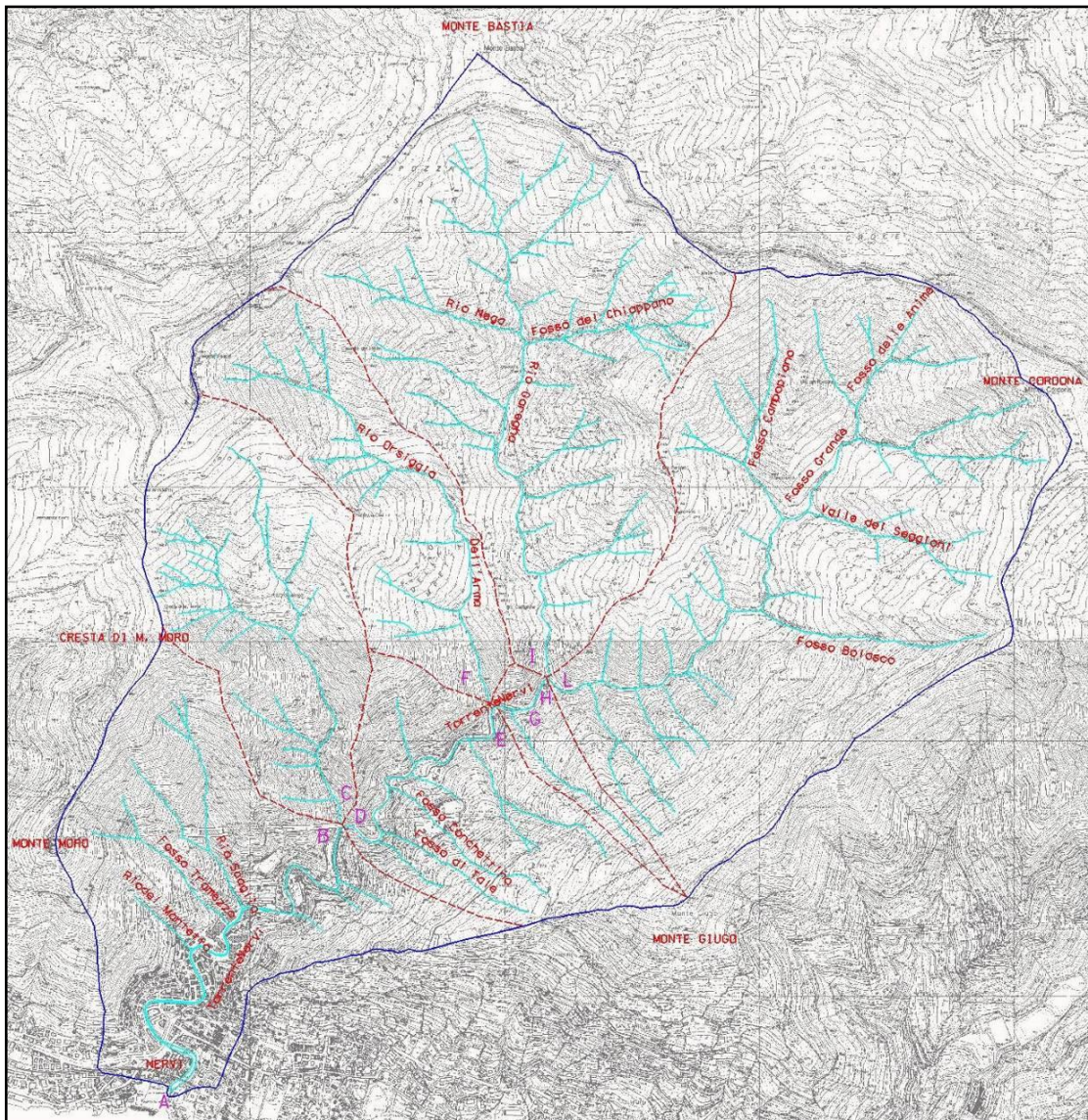
AREE SCOLANTI TRA I TORRENTI SORI E POGGIO



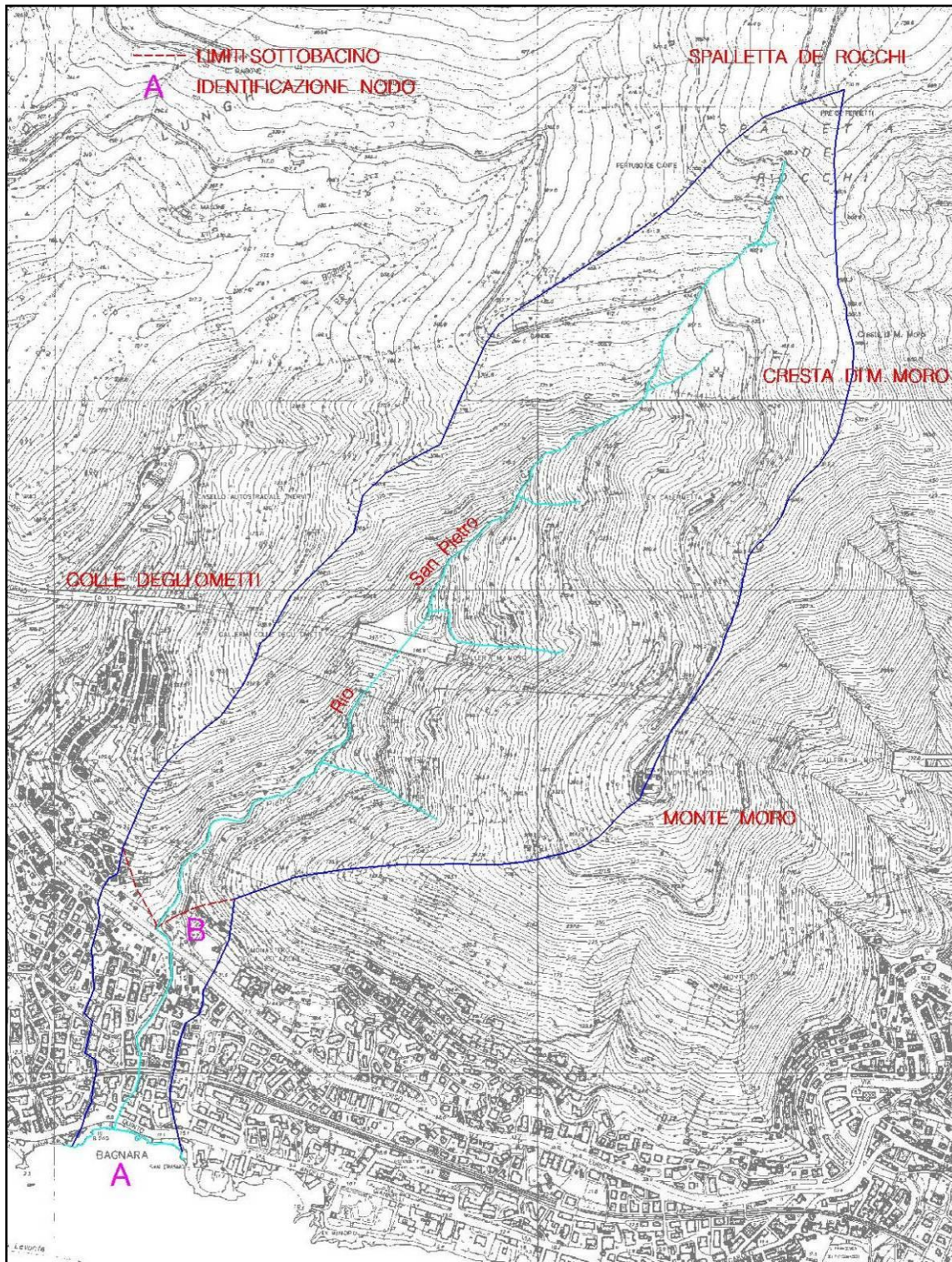
TORRENTE POGGIO



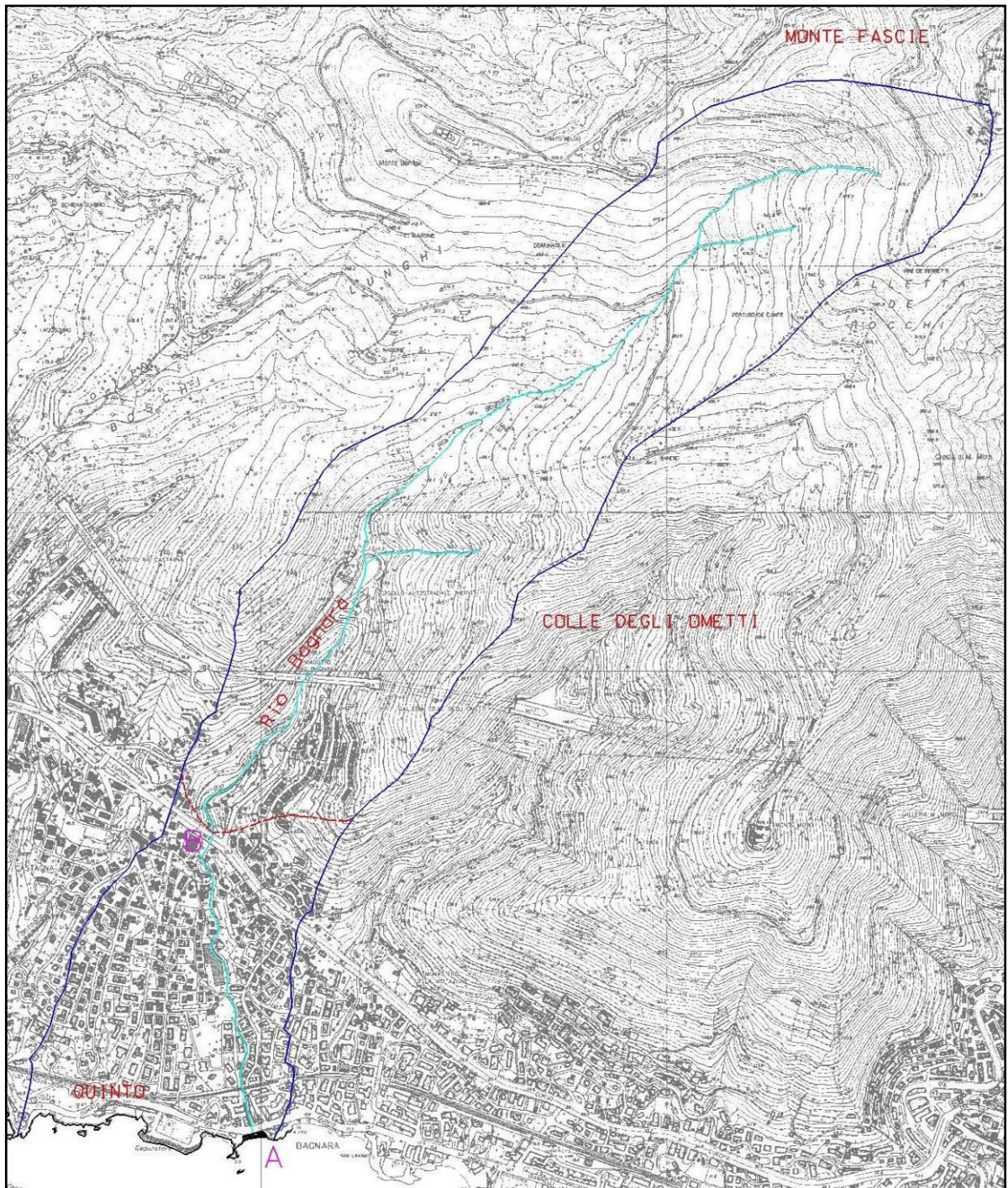
AREE SCOLANTI TRA I TORRENTI POGGIO E NERVI



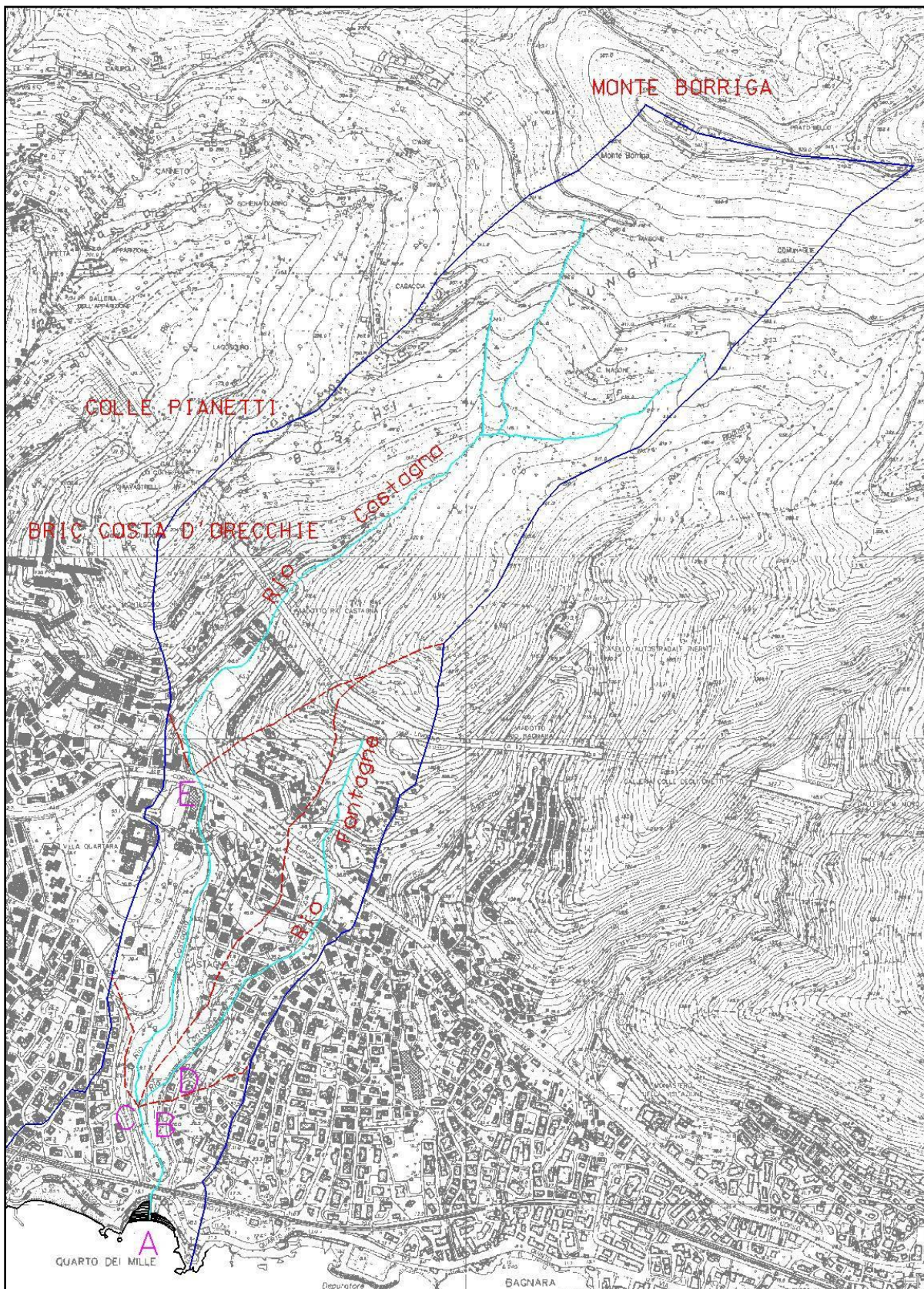
TORRENTE NERVI



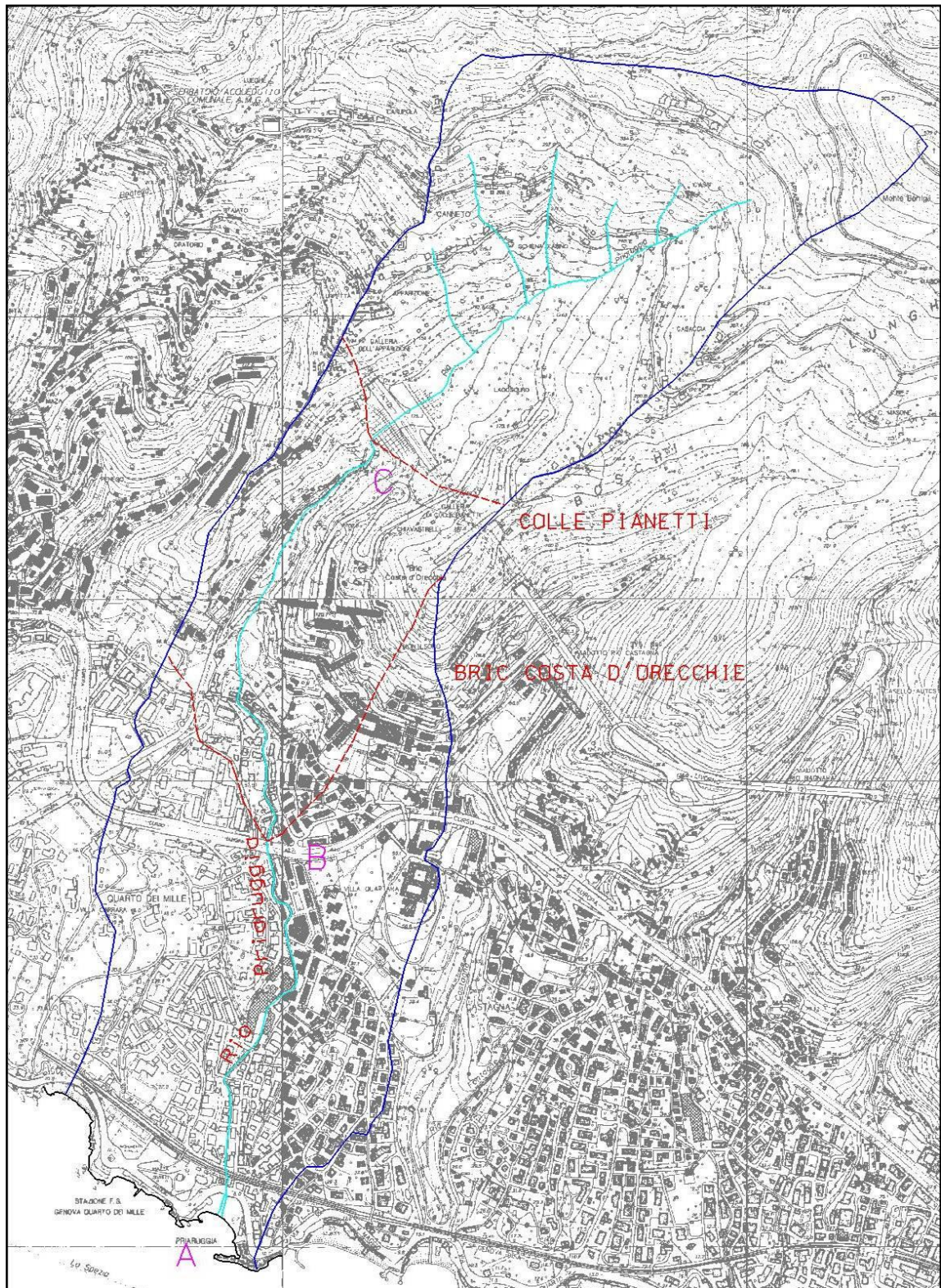
RIO S.PIETRO



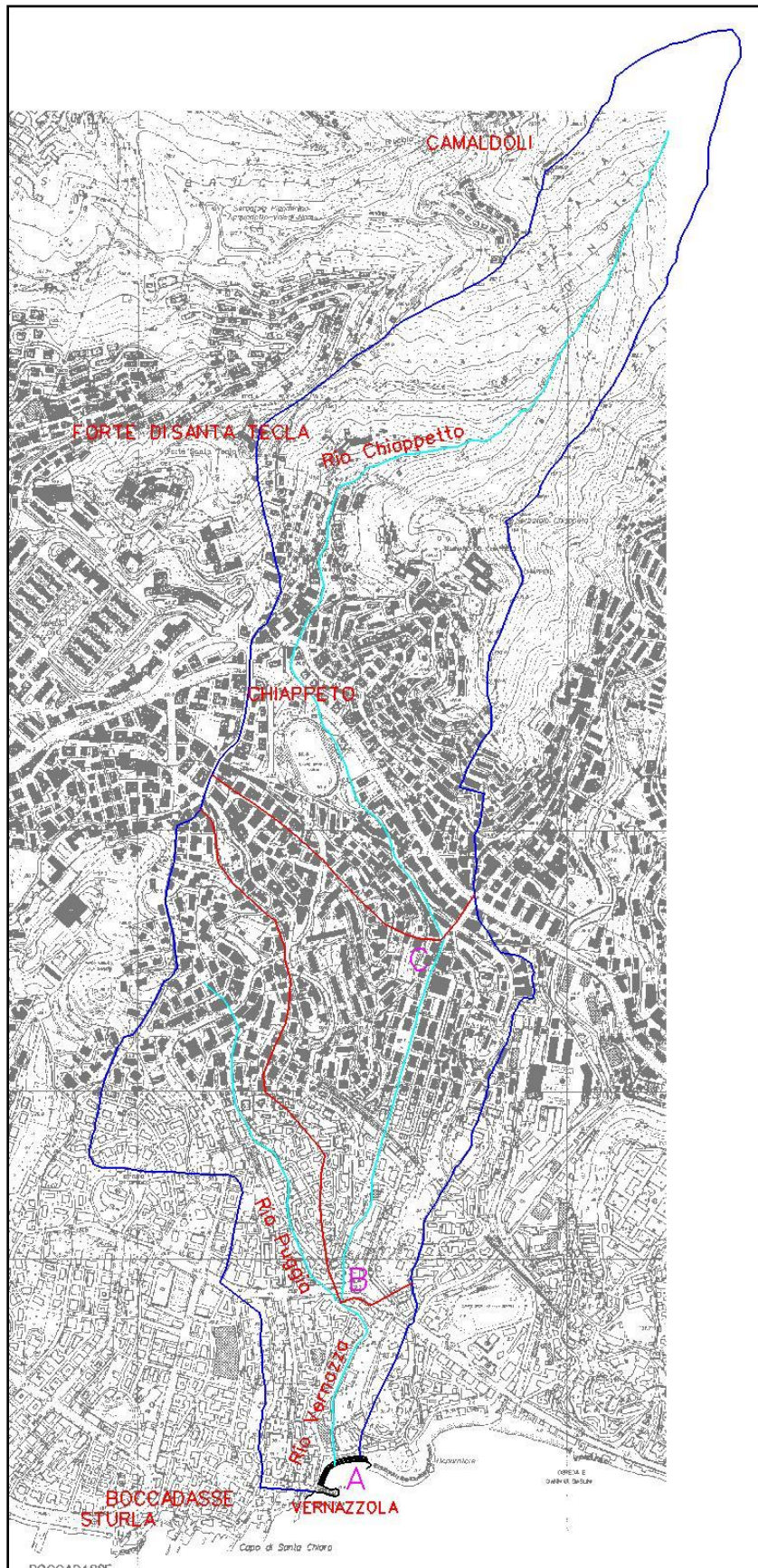
RIO BAGNARA



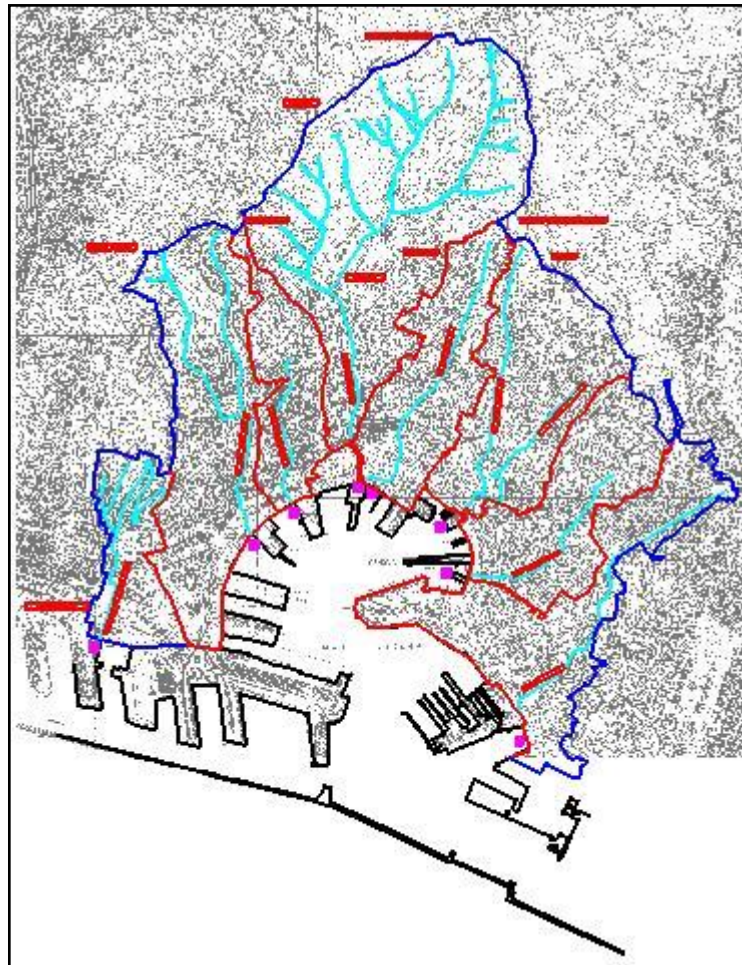
RIO CASTAGNA



RIO PRIARUGGIA



RIO VERNAZZA



RII DEL CENTRO STORICO DI GENOVA

2.6.2 Determinazione dei parametri caratteristici dei bacini e sottobacini

Basandosi sulla schematizzazione descritta precedentemente si è proceduto alla determinazione, per ciascuna chiusura individuata, di una serie di parametri caratterizzanti dal punto di vista fisico ed idrologico il bacino sotteso.

I parametri fisici, oltre a fornire utili indicazioni sulle caratteristiche fisiche e morfologiche dei bacini, risultano anche necessari alla determinazione di parametri idrologici, quali, ad esempio, il tempo di corrivazione t_c .

I parametri idrologici, come appena detto, dipendono dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino e consentono l'identificazione e la taratura della risposta idrologica del bacino stesso alle sollecitazioni pluviometriche.

Per ciascun nodo di chiusura sono stati determinati i seguenti parametri:

- Area sottesa A [km^2]
- Quota media H_m [m s.l.m.]
- Quota massima H_{max} [m s.l.m.]
- Pendenza media dei versanti i_v [%]
- Lunghezza dell'asta principale L [km]
- Quota massima dell'asta principale H_a [m s.l.m.]
- Quota dell'asta principale alla chiusura H_0 [m s.l.m.]
- Pendenza media dell'asta principale i_a [%]

Come base cartografica di riferimento per la determinazione di tali parametri è stata utilizzata la cartografia tecnica regionale in scala 1:5000.

L'area A sottesa a ciascuna chiusura è stata calcolata come media di più misure effettuate con planimetro digitale.

La determinazione della quota media H_m è stata effettuata suddividendo ciascun sottobacino in fasce altimetriche con scansione ogni 100 m di dislivello, calcolando l'area sottesa da ciascuna fascia e quindi la quota media con la:

$$H_m = \frac{\sum H_i \cdot A_i}{A_t}$$

dove H_i rappresenta la quota media di ciascuna fascia altimetrica, A_i la relativa area sottesa e A_t l'area complessiva del sottobacino.

La quota massima H_{max} di ciascun bacino è stata ricavata direttamente dalla cartografia tecnica regionale.

Con procedura analoga a quella utilizzata nella determinazione della quota media dei bacini è stata calcolata la pendenza media dei versanti i_v .

La lunghezza dell'asta principale L , intesa come il percorso più lungo dalla sorgente alla sezione di chiusura, è stata calcolata con l'ausilio di un curvimetro per il rilevamento delle distanze sulle carte geografiche.

Le quote massima H_a e alla chiusura H_0 dell'asta principale sono state ricavate direttamente dalla cartografia tecnica regionale.

La pendenza media dell'asta principale i_a , con riferimento alla simbologia già descritta precedentemente, è stata calcolata con la:

$$i_a = \frac{H_a - H_0}{L}$$

Tutti i valori dei parametri di cui sopra sono stati riassunti, per ciascuna sezione di chiusura, in una serie di schede riportate nell'Allegato *Schede Dei Parametri Caratteristici Dei Bacini E Sottobacini*

2.7 Idrologia di Piena

2.7.1 Metodologia di calcolo

La determinazione delle portate di piena per associato tempo di ritorno è stata effettuata con riferimento alla procedura di regionalizzazione contenuta nello studio “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena dei bacini liguri*”, redatto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) dell'Università di Genova per conto della Regione Liguria.

Per ciascun corso d'acqua e per ciascuna sezione di chiusura individuata nell'ambito della schematizzazione del reticolo idrografico, sono state calcolate con tale metodologia le portate per i tempi di ritorno di 5, 10, 30, 50, 100, 200 e 500 anni.

Data la modesta estensione dei bacini allo studio, per i tempi di ritorno di maggior interesse applicativo (50, 200 e 500 anni), i valori così ricavati sono stati confrontati con i corrispondenti valori di portata calcolati tramite l'applicazione della *Formula Razionale*.

Per i bacini appartenenti all'Ambito, per i quali erano già stati effettuati gli studi propedeutici ai Piani di Bacino Stralcio ai sensi della Legge 183/89, il confronto è stato esteso ai valori di portata indicati negli studi stessi; in particolare ci si riferisce ai bacini dei torrenti Sori, Poggio e Nervi.

Di seguito si riporta la descrizione delle metodologie di calcolo utilizzate.

2.7.1.1 Metodo CIMA

La procedura di regionalizzazione proposta dal CIMA consente il calcolo delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno in una sezione qualunque di un corso d'acqua ligure in funzione della sua ubicazione e della sua area sottesa.

Tale metodologia prevede l'applicazione di tre diverse formulazioni in funzione del corso d'acqua e dell'entità della superficie del bacino sotteso.

Alla prima fascia appartengono i bacini più significativi con superficie superiore a 5 km², riportati in apposito elenco; alla seconda appartengono i bacini che non rientrano nel primo gruppo e hanno superficie sottesa superiore a 2 km², la terza fascia è infine relativa ai bacini con superficie sottesa inferiore a 2 km².

Per i bacini con superficie maggiore a 5 km² la metodologia riportata consente il calcolo della portata di piena per assegnati periodi di ritorno mediante la formula proposta nello studio CIMA per l'interpolazione tra le portate determinate nelle sezioni di calcolo con il modello distribuito:

$$Q = cA^{0.75}$$

dove A [km²] è l'area del bacino e c è un parametro tabellato in funzione del tempo di ritorno e dell'ubicazione della sezione lungo l'asta del corso d'acqua.

Per le sezioni più significative dei diversi corsi d'acqua il CIMA fornisce direttamente il valore della portata di piena risultante dall'applicazione del metodo.

Per i corsi d'acqua non compresi nella prima fascia, con superficie sino a 2 km², è applicabile invece la seguente formulazione:

$$Q = 0.3 \cdot K_T \cdot A \cdot C_F \cdot a_{2,9}^{4/3} \cdot t_b$$

dove A [km²] è la superficie del bacino sotteso, K_T è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno, e gli altri parametri sono invece calcolabili secondo le seguenti espressioni:

$$C_F = \frac{3}{4} \cdot \left(4 \cdot 25.4 \cdot \frac{1000 - 10 \cdot CN}{CN} \right)^{-1/3}$$

$$a_{2,9} = 1.06 \cdot E[H_1]$$

$$t_b = 0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2}$$

Il valore di CN , variabile teoricamente tra 0 e 100, esprime la capacità di assorbimento del suolo secondo lo schema proposto dal Soil Conservation Service; il CIMA propone una classificazione dei bacini regionali in quattro principali tipologie in funzione del diverso grado di urbanizzazione e dell'estensione delle aree impermeabili:

- CN = 92 per bacini di tipo A (elevato grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili superiore al 60%)
- CN = 87 per bacini di tipo B (medio grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili compresa tra 30% e 60%)
- CN = 75 per bacini di tipo C (basso grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili comprese tra 5% e 30%)
- CN = 67 per bacini di tipo D (estesa copertura arborea ed estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%).

Il parametro $E[H_I]$ rappresenta il valore della pioggia indice tabellato in funzione della longitudine.

Per i corsi d'acqua con superficie inferiore a 2 km² vale infine la seguente relazione:

$$Q = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

dove $A[km^2]$ è la superficie del bacino sotteso, K_T è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno e $U_{A=2}[m^3 s^{-1} km^2]$ è funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

2.7.1.2 Metodo Razionale

Il "metodo razionale" consente il calcolo della portata di piena per assegnati periodi di ritorno attraverso la seguente formulazione:

$$Q(T) = \frac{c \cdot A \cdot h_c(T)}{t_c}$$

dove $t_c[min]$ è il tempo di corrivazione del bacino, $h_c[mm]$ è l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione, $A[km^2]$ è la superficie del bacino, c è un parametro che esprime, a meno di un fattore numerico dipendente dalla trasformazione delle unità di misura, il cosiddetto "coefficiente di deflusso".

Il tempo di corrivazione, per i bacini delle aree scolanti tra il Torrente Sori e il Torrente Poggio, del Torrente Poggio, delle aree scolanti tra il Torrente Poggio e il Torrente Nervi, del Torrente Nervi, del Rio San Pietro, del Rio Bagnara, del Rio Castagna, del Rio Priaruggia, è stato stimato attraverso la media dei valori ricavati tramite l'applicazione delle seguenti metodologie:

Giandotti

$$t_c = 60 \cdot \frac{4 \cdot \sqrt[3]{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt[3]{H_m - H_0}}$$

Viparelli

$$t_c = 16.667 \cdot \frac{L}{v}$$

dove $L[km]$ è la lunghezza dell'asta principale $v[m/s]$ è la velocità media di percorrenza dell'asta, $H_m[m]$ e $H_0[m]$ rappresentano rispettivamente la quota media del bacino e la quota

della sezione di chiusura. Mentre per il bacino del Torrente Sori è stato usato il tempo di corrivazione riportato nel Piano di Bacino Stralcio del Torrente Sori.

La velocità media di percorrenza v è stata assunta variabile tra 1 m/s e 1.5 m/s, in funzione delle caratteristiche e del corso d'acqua e del bacino sotteso.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto ovunque pari a 0.8 per tener conto dell'elevata pendenza dei versanti e dell'elevato grado d'urbanizzazione delle superfici drenate.

Il rio Vernazza e i rivi del centro storico sono stati trattati come sistemi assimilabili a grossi collettori fognari in ambiente urbano, assumendo un coefficiente di deflusso pari all'unità ed una diversa formulazione del tempo di corrivazione, esprimibile come

$$t_c = \Delta t_c + 16.667 \cdot \frac{L}{v}$$

dove $\Delta t_c [min]$ rappresenta il tempo di introduzione in rete, assunto in questo caso pari a 10 minuti.

Quali valori di riferimento per le precipitazioni sono stati assunti quelli risultanti dalle curve di probabilità pluviometrica della stazione di S. Ilario, riportata nel Piano di Bacino Stralcio del Torrente Sori, per i bacini dal Sori al Vernazza (quest'ultimo escluso) e della stazione di Genova Università, riportata nel Piano di Bacino Stralcio del Torrente Bisagno, per i bacini del rio Vernazza e del centro storico.

Di seguito si riportano in forma tabellare tali curve per ciascuna stazione e per assegnati tempi di ritorno.

Stazione di Sant'Ilario

	T=50	T=100	T=200	T=500
Durata t [min]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]
0	0	0	0	0
10	60.1	67.3	74.6	84.1
20	72.0	80.4	88.8	99.9
30	80.0	89.2	98.4	110.4
40	86.2	96.0	105.8	118.6
50	91.4	101.7	111.9	125.4
60	95.9	106.5	117.1	131.2
70	99.8	110.8	121.8	136.3
80	103.3	114.7	125.9	140.8
90	106.6	118.2	129.7	145.0
100	109.5	121.4	133.2	148.9
110	112.3	124.4	136.5	152.4
120	114.9	127.2	139.5	155.7
130	117.3	129.8	142.3	158.9
140	119.6	132.3	145.0	161.8
150	121.8	134.7	147.6	164.6
160	123.8	136.9	150.0	167.3
170	125.8	139.1	152.3	169.8
180	127.7	141.1	154.5	172.2
190	129.5	143.1	156.6	174.5
200	131.3	145.0	158.7	176.8
210	132.9	146.8	160.6	178.9
220	134.6	148.6	162.5	181.0
230	136.1	150.3	164.3	183.0
240	137.7	151.9	166.1	185.0
250	139.1	153.5	167.8	186.8
260	140.6	155.0	169.5	188.7
270	142.0	156.6	171.1	190.4
280	143.3	158.0	172.7	192.2
290	144.6	159.4	174.2	193.8
300	145.9	160.8	175.7	195.5
310	147.2	162.2	177.2	197.1
320	148.4	163.5	178.6	198.6
330	149.6	164.8	180.0	200.2
340	150.8	166.1	181.4	201.6
350	151.9	167.3	182.7	203.1
360	153.0	168.5	184.0	204.5
720	183.4	201.2	219.1	242.9
1440	219.7	240.3	260.9	288.4

Stazione di Genova Università

	T=50	T=100	T=200	T=500
Durata t [min]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]	Precipitazione h [mm]
0	0	0	0	0
10	61.0	68.8	76.8	87.6
20	76.9	86.7	96.8	110.5
30	88.0	99.3	110.9	126.6
40	96.9	109.3	122.1	139.4
50	104.3	117.7	131.5	150.2
60	110.9	125.1	139.8	159.6
70	116.7	131.7	147.2	168.1
80	122.1	137.7	153.9	175.8
90	126.9	143.3	160.1	182.8
100	131.5	148.4	165.8	189.4
110	135.7	153.2	171.2	195.5
120	139.7	157.7	176.2	201.3
130	143.5	162.0	181.0	206.8
140	147.1	166.0	185.6	212.0
150	150.5	169.9	189.9	216.9
160	153.8	173.6	194.0	221.7
170	156.9	177.1	198.0	226.2
180	159.9	180.5	201.8	230.6
190	162.8	183.8	205.5	234.8
200	165.7	187.0	209.0	238.8
210	168.4	190.1	212.5	242.8
220	171.0	193.1	215.8	246.6
230	173.6	195.9	219.0	250.3
240	176.0	198.7	222.2	253.9
250	178.5	201.5	225.2	257.4
260	180.8	204.1	228.2	260.8
270	183.1	206.7	231.1	264.1
280	185.3	209.2	233.9	267.3
290	187.5	211.7	236.7	270.5
300	189.6	214.1	239.4	273.5
310	191.7	216.5	242.0	276.6
320	193.8	218.8	244.6	279.5
330	195.8	221.0	247.1	282.4
340	197.7	223.2	249.6	285.2
350	199.6	225.4	252.0	288.0
360	201.5	227.5	254.4	290.7
720	253.9	286.8	320.7	366.6
1440	319.9	361.4	404.3	462.3

2.7.2 Portate di Piena

Di seguito si riportano in forma tabellare, per ciascun corso d'acqua e per ciascuna sezione di chiusura individuata nell'ambito della schematizzazione del reticolo idrografico, i valori di portata per diversi tempi di ritorno risultanti dall'applicazione delle metodologie sopra descritte, unitamente ai valori della superficie del bacino sotteso e del corrispondente tempo di corrivazione.

Nelle tabelle sono evidenziati da uno sfondo grigio i valori di portata assunti come riferimento nelle successive verifiche idrauliche.

Nel caso del torrente Sori sono stati adottati integralmente i valori di portata ricavati mediante l'applicazione del metodo CIMA; essi risultano sostanzialmente in buon accordo con i valori calcolati nell'ambito degli studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio, con differenze contenute intorno al 10% circa.

Per le aree scolanti comprese tra il torrente Sori e il torrente Poggio, così come per quelle comprese tra il torrente Poggio e il torrente Nervi e per i bacini compresi tra Nervi e Sturla, caratterizzati da superfici inferiori a 2 km², sono stati adottati i valori risultanti dall'applicazione del metodo razionale, che risultano sensibilmente superiori a quelle derivanti dall'applicazione del metodo CIMA.

Ciò è dovuto al fatto che per quest'ultimo metodo il contributo unitario rimane costante per bacini con superfici al di sotto di 2 km².

Per il bacino del torrente Poggio sono state assunte le portate del CIMA per le sezioni con superfici superiori a 2 km² e quelle del metodo razionale per bacini con superfici inferiori.

Analogamente per il torrente Nervi, viste le gravi carenze di dati e informazioni in merito agli aspetti idrologici contenuti negli studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio, è stato effettuato il confronto fra il metodo CIMA e quello razionale e sono stati adottati per tutte le sezioni i valori del metodo razionale, che sono confrontabili con quelli del CIMA per le sezioni prossime allo sbocco a mare e superiori per quelle più a monte.

Per il rio Vernazza e i rivi del centro storico di Genova, assimilabili a grossi collettori fognari in ambiente urbano, si è ritenuto più attendibile adottare i valori di portata risultanti dall'applicazione del metodo razionale, in quanto le portate del metodo CIMA risultano generalmente inferiori con percentuali maggiori al diminuire della superficie sottesa e del tempo di ritorno.

Le portate del rio Vernazza sono state calcolate sia nella configurazione attuale, sia tenendo conto del *Progetto delle opere d'adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla*, redatto, per conto del Comune di Genova dall'*Equipe di Progettazione torrenti e rivi cittadini* coordinata dal Prof. Ing. Enrico Marchi dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Genova.

Il progetto prevede la deviazione del rio Vernazza nel bacino del torrente Sturla tramite una galleria con imbocco in Via Isonzo, subito a valle dell'incrocio con Corso Europa.

2.7.2.1 Torrente Sori

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	P.d.B. Stralcio [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	P.d.B. Stralcio [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	P.d.B. Stralcio [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
O	3.3	48	24	33	54	74	64	79	97	93	112	112
N	2.0	35	16	22	35	52	42	51	70	61	81	73
M	5.3	55	38	52	85	110	102	125	143	147	165	177
L	6.6	65	45	62	100	126	120	147	162	174	186	209
I	0.7	26	5.2	7.3	11.8	17.0	14.1	17.3	24.0	20.4	29.0	24.6
H	7.3	68	48	66	108	135	129	158	174	187	200	225
G	8.2	73	53	73	118	147	141	173	188	204	216	246
F	2.7	45	20	28	46	63	55	67	83	79	96	95
E	10.9	81	65	90	146	185	175	214	236	253	270	305
D	11.5	87	68	94	152	186	182	223	237	263	271	317
C	0.7	30	5.6	7.8	12.7	18.0	15.2	18.6	25.0	21.9	30.0	26.4
B	12.2	90	71	98	159	195	191	233	248	276	283	332
A	13.0	94	74	103	160	195	191	240	248	280	283	340

2.7.2.2 Aree scolanti tra il torrente Sori e il torrente Poggio

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
A	0.07	15	0.8	1.1	1.8	3.9	2.1	2.6	4.8	3.1	5.4	3.7
B	0.07	15	0.9	1.2	1.9	4.2	2.3	2.8	5.1	3.3	5.8	4.0
C	0.42	20	5.1	7.1	11.5	19.9	13.7	16.8	24.6	19.9	27.6	23.9
D	0.24	20	3.0	4.1	6.7	11.6	8.0	9.8	14.3	11.6	16.1	13.9
E	0.16	15	1.9	2.7	4.4	9.4	5.2	6.4	11.6	7.6	13.1	9.1
F	0.51	25	6.3	8.7	14.1	20.8	16.9	20.7	25.6	24.4	28.8	29.4

2.7.2.3 Torrente Poggio

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
M	0.7	15.0	5.5	7.6	12.4	41.5	14.8	18.1	51.4	21.4	57.9	25.7
L	0.22	15.0	1.7	2.4	3.9	13.1	4.6	5.7	16.2	6.7	18.2	8.1
I	0.92	20.0	7.2	10.0	16.2	44.1	19.4	23.8	54.5	28.1	61.3	33.8
H	0.97	20.0	7.6	10.6	17.1	46.5	20.5	25.1	57.4	29.7	64.6	35.7
G	0.33	20.0	2.6	3.6	5.8	15.8	7.0	8.5	19.5	10.1	22.0	12.1
F	1.3	25.0	10.0	14.0	23.0	53.0	27.0	34.0	65.0	40.0	73.0	48.0
E	2.6	55.0	20.0	27.0	44.0	59.0	53.0	65.0	72.0	76.0	81.0	92.0
D	3.4	70.0	25.0	34.0	55.0	65.0	66.0	81.0	79	96.0	88.0	115.0
C	1.4	25.0	11.0	15.0	25.0	57.0	30.0	36.0	70.0	43.0	79.0	51.0
B	4.8	70.0	33.0	46.0	74.0	91.0	88.0	108.0	111.0	128.0	125.0	154.0
A	5.0	75.0	34.0	47.0	76.0	90.0	90.0	112.0	111.0	132.0	125.0	159.0

2.7.2.4 Aree scolanti tra il torrente Poggio e il torrente Nervi

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
A	0.29	20	3.6	5.0	8.0	13.9	9.6	11.8	17.2	13.9	19.3	16.7
B	0.15	20	1.8	2.6	4.2	7.2	5.0	6.1	8.9	7.2	10.0	8.7
C	0.52	20	6.4	8.9	14.4	24.9	17.2	21.1	30.8	24.9	34.6	30.0
C1	0.09	8	1.0	1.5	2.4	8	2.8	9	10	4.1	11.2	4.9
C2	0.18	12.5	2.3	3.1	5.1	12.5	6.1	14	15.4	8.8	17.4	10.6
C3	0.27	15	3.3	4.6	7.5	16	8.9	17.9	19.8	12.9	22.3	15.6
D	0.27	15	3.3	4.6	7.5	16.0	8.9	11.0	19.8	12.9	22.3	15.6
E	0.28	15	3.4	4.8	7.8	16.6	9.3	11.4	20.6	13.4	23.1	16.2

2.7.2.5 Torrente Nervi

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
L	2.9	35	22	30	48	92	58	71	113	84	127	101
I	2.2	40	17	24	38	63	46	56	78	66	87	80
H	5.1	45	35	48	78	134	93	114	165	134	185	162
G	5.3	50	36	49	80	134	96	118	165	139	185	167
F	0.9	30	7.1	9.8	15.9	32.0	19.0	23.3	39.3	27.5	44.2	33.1
E	6.2	50	41	56	91	151	109	134	185	158	207	190
D	7.0	60	45	62	101	151	121	148	185	175	207	210
C	1.0	30	9	12	18	36	21	26	44	31	49	37
B	8.0	65	50	69	113	161	135	178	196	195	220	234
A	9.4	75	57	79	120	170	140	188	207	200	232	250

2.7.2.6 Rio San Pietro

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
B	1.22	35	13	17	28	39	34	41	48	49	53	59
A	1.32	35	14	19	31	42	37	45	51	53	58	64

2.7.2.7 Rio Bagnara

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
B	1.23	30	13	18	28	44	34	42	54	49	60	59
A	1.63	40	17	23	38	47	45	55	57	65	64	79

2.7.2.8 Rio Castagna

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
E	0.9	30	9.3	12.9	20.8	32.0	24.9	30.5	39.3	36.1	44.2	43.4
C	1.1	35	11	16	25	35	30	37	43	44	48	53
D	0.18	20	1.9	2.6	4.2	8.6	5.0	6.1	10.7	7.2	12.0	8.7
B	1.28	40	13	18	30	37	35	43	45	51	51	62
A	1.45	40	15	21	34	42	40	49	51	58	57	70

2.7.2.9 Rio Priaruggia

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
C	0.7	20	7.2	10.0	16.2	33.6	19.4	23.7	41.4	28.0	46.6	33.7
B	1.05	30	11	15	24	37	29	36	46	42	52	51
A	1.72	45	18	25	40	45	48	58	56	69	62	83

2.7.2.10 Rio Vernazza

Configurazione attuale

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
A	1.86	70	23	32	52	52	62	76	65	89	74	107
B	1.44	65	18	25	40	41	48	59	52	69	59	83
C	0.98	50	12.1	16.8	27.2	34.1	32.5	39.8	43.0	47.0	49.1	56.6

Configurazione con deviatore nel torrente Sturla

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
A'	0.88	35	10.9	15.1	24.4	36.9	29.2	35.8	46.5	42.2	53.0	50.8
B'	0.46	25	5.7	7.9	12.8	23.6	15.3	18.7	29.7	22.1	33.9	26.6

2.7.2.11 Rivi del centro storico di Genova

Rio Torbido

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
A	1.17	45	14	20	32	44	39	48	55	56	63	68

Rio Sant'Anna

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
B	0.72	30	8.9	12.4	20.0	35.3	23.9	29.3	44.4	34.6	50.7	41.7

Rio Carbonara

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
C	1.1	30	14	19	31	54	37	45	68	53	77	64

Rio Sant'Ugo

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
D	0.8	35	9.9	13.7	22.2	35.3	26.6	32.5	44.5	38.4	50.8	46.2

Rio Lagaccio

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
E	2.36	50	28	39	64	82	76	94	103	111	118	133

Rio San Teodoro

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
F	0.54	20	6.7	9.3	15.0	34.6	17.9	22.0	43.6	25.9	49.7	31.2

Rio San Lazzaro

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
G	1.33	35	16	23	37	59	44	54	74	64	84	77

Rio San Bartolomeo del Fossato

Sez.	Area [km ²]	T _c [min]	T=5	T=10	T=30	T=50		T=100	T=200		T=500	
			CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]	Metodo raz. [m ³ /s]	CIMA [m ³ /s]
H	0.49	35	6.0	8.4	13.6	21.6	16.3	19.9	27.2	23.5	31.1	28.3

3 PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

3.1 Premessa

Il quadro delle problematiche geologiche ed idrauliche dell'area di interesse è stato ottenuto da una serie di analisi e valutazioni riguardanti sostanzialmente la *pericolosità da frana* e la *pericolosità idraulica*.

In particolare le valutazioni riguardanti la pericolosità da frana sono state ottenute da indagini e studi che attraverso una articolata procedura di elaborazione ha portato alla formazione della carta di Suscettività al dissesto dei versanti.

In tale carta sono riportate informazioni riguardanti la pericolosità spaziale ovvero una previsione di dove, entro una data area, si possono verificare distacchi di movimenti franosi indipendentemente dalla frequenza con cui i diversi fenomeni possono realizzarsi (pericolosità temporale). In tal senso la cartografia di sintesi elaborata non riporta informazioni relativamente ad una pericolosità assoluta ma solo ad una pericolosità relativa di tipo spaziale.

La valutazione della pericolosità da frana in termini assoluti comporta, infatti, anche analisi di pericolosità temporale (valutazione delle probabili frequenze di accadimento delle diverse tipologie dei fenomeni), analisi di dettaglio della pericolosità tipologica ed analisi di dettaglio della pericolosità relativa all'evoluzione delle diverse tipologie di frana (interazione versante-fondovalle identificazione del bacino o dell'emibacino d'influenza delle diverse tipologie di frana).

In tal senso, fermo restano i limiti sopra indicati, i risultati ottenuti nell'ambito delle presenti indagini (analisi di vasta area) consentono di definire un primo livello della pericolosità comunque compatibile con la scala e gli obiettivi del presente lavoro.

Per quanto attiene la pericolosità idraulica le indagini hanno portato a definire un quadro "completo" della pericolosità, attraverso una serie di verifiche idrauliche con portate di piena con assegnato tempo di ritorno.

Nell'ambito degli studi idraulici è infatti possibile prendere in considerazione la probabilità d'accadimento attraverso la stima del tempo di ritorno della portata di piena.

A tal proposito sono stati utilizzati valori del tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni in accordo alle raccomandazioni regionali.

3.2 Problematiche di tipo geomorfologico (Suscettività al dissesto dei versanti)

Le analisi relative alla pericolosità da frana sono state effettuate attraverso una procedura articolata che, per successiva iterazione, ha portato a definire la zonizzazione della pericolosità spaziale da frana descritta nella carta della suscettività al dissesto (CSDV).

Sinteticamente il lavoro svolto può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

1. esame dei principali aspetti identificativi che caratterizzano la franosità dell'area;
2. realizzazione di un modello di previsione;
3. realizzazione della carta della stabilità potenziale (CSDV).

3.2.1 Esame dei principali aspetti identificativi che caratterizzano la franosità dell'area

In questa fase sono stati sintetizzati i risultati delle informazioni ottenute dalle indagini geomorfologiche e documentali. In particolare, nell'area oggetto di studio, si rilevano le seguenti situazioni:

- A.** le frane censite sono riconducibili a movimenti superficiali che interessano sia le coperture detritiche sia gli orizzonti del substrato alterato, fratturato e decompresso. Limitati, invece, sono i movimenti profondi che generalmente sono riconducibili a D.G.P.V. (sackung, deep creep);
- B.** le tipologie di frana che più frequentemente si osservano nell'area sono riferibili a colamenti veloci (debris flow, debris avalanche) ed a scivolamenti traslativi (debris slide);
- C.** generalmente i fenomeni presentano superfici di scorrimento molto lunghe e spesso la zona di accumulo risulta poco identificabile e posta a notevole distanza dalla zona di distacco;
- D.** solo laddove si sono verificati fenomeni importanti o, comunque, con elevata ricorrenza, ad oggi è possibile osservare accumuli di materiale spesso cicatrizzati (riconducibili a movimenti vecchi o molto vecchi) talché sono genericamente classificati in modo indistinto come generiche coltri colluviali;
- E.** i fenomeni di crollo e di scivolamento in roccia sono tipologie ben localizzate che si sono manifestate soprattutto in corrispondenza di ex cave (Via Digione, Via Dino Col) e tagli stradali importanti (strada Apparizione-Uscio), nonché in corrispondenza della falesia costiera;
- F.** nell'area metropolitana della città di Genova non si rilevano situazioni riconducibili ad una franosità estesa, ma sono invece presenti tipiche situazioni di instabilità urbana puntuali caratterizzate da crolli di opere di sostegno che interferiscono con gli edifici presenti a valle delle opere di contenimento.

3.2.2 Realizzazione di un modello di previsione

Nell'ambito della revisione dei Piani ex-D.L. 180/98 si è proceduto ad un aggiornamento che ha comportato modifiche sostanziali alle carte di analisi, in particolare a quelle geomorfologiche; in conseguenza di ciò, vista la difficoltà oggettiva di aggiornare la carta derivata della suscettività al dissesto, si è deciso di "rigenerarla" completamente ottemperando così alle seguenti esigenze:

- aggiornare il tematismo "suscettività" alle carte di base modificate;
- uniformare i criteri di calcolo della suscettività tra un ambito e l'altro, in quanto in una prima fase erano stati usati criteri differenti;
- adeguare detti criteri alle raccomandazioni e alle indicazioni di Regione Liguria.

I documenti che sono stati presi come riferimento per la strutturazione della procedura di generazione della carta sono i seguenti:

- Linea guida relativa alle “indicazioni metodologiche per la redazione della carta della suscettività al dissesto dei versanti” (redatta da Regione Liguria);
- Piano pilota ex-D.L. 180/98 del Torrente Sturla (realizzato da Regione Liguria);
- Piano di bacino del Torrente Polcevera (realizzato dalla Provincia di Genova e già valutato positivamente da Regione Liguria nell’iter di approvazione del piano stesso)

Dall’insieme di queste indicazioni è nata una procedura informatica in ambiente GIS che, tramite l’assegnazione di “pesi” ad ogni elemento giudicato “influyente” ai fini del calcolo della suscettività, porta alla “somma algebrica” di tali pesi e alla realizzazione di una “gradazione di suscettività” che copre l’intero territorio analizzato; tramite la definizione di range si ricava la carta della suscettività al dissesto alla quale vanno sovrimate alcune categorie tra le quali le frane “quiescenti” e quelle “attive” rispettivamente nelle classi “alta” e “molto alta”; i pesi utilizzati, i relativi range e le classi sovrimate sono riportati nel paragrafo successivo e sono validi, è importante ricordare, per tutti gli Ambiti in aggiornamento.

La procedura informatizzata si basa sui dati di base georiferiti e strutturati su file Microstation J mediante l’utilizzo del software GIS Intergraph Mge e del database Microsoft Access ’97 seguendo le raccomandazioni emanate da Regione Liguria; rispetto a dette raccomandazioni si sono rese necessarie alcune variazioni.

La procedura utilizzata ha diversi pregi e alcuni innegabili limiti che brevemente si elencano:

pregi:

- Risulta la procedura più “oggettiva” tra quelle sino ad ora utilizzate;
- Consente di uniformare i calcoli svincolandosi dalle considerazioni soggettive e quindi non omogenee dei rilevatori;
- Consente di collegare direttamente il dato di sintesi “suscettività” con i dati di analisi ed è quindi facilmente rigenerabile in caso di aggiornamento;

limiti:

- Tiene conto di pochi parametri rispetto ai molteplici fattori che influiscono sulla suscettività al dissesto;
- I fattori di cui si tiene conto sono riferibili alla “scala di bacino”; non sono considerati pertanto i fattori locali, come ad esempio opere antropiche di taglio dei versanti, opere di regimazione delle acque, ecc.
- Essendo una procedura automatizzata opera una “generalizzazione” piuttosto spinta e non consente di trattare i casi singolarmente;
- essendo una procedura che analizza contemporaneamente l’intero territorio in questione rende complessa qualsiasi verifica sul territorio che non sia a campione.
- Estremizza i limiti classici della carta della suscettività (valenza e correttezza dei pesi, coerenza dei dati di base utilizzati in riferimento al diverso ordine di grandezza considerato, rappresenta una stima della maggiore o minore probabilità di accadimento, corretta interpretazione del dato di valori di suscettività medio bassi, tale indicazione non esclude il verificarsi di movimenti franosi in tali aree).

Assegnazione dei pesi

Per l’assegnazione dei pesi relativi ad ogni singola classe ci si è riferiti principalmente, dove possibile, a quelli già collaudati per il Piano di Bacino del Torrente Polcevera. Tuttavia sono

stati ricalcolati quelli relativi alle formazioni litologiche, sia per derivare il peso delle litologie non presenti nel bacino del Polcevera sia per utilizzare il più ampio spettro di dati rappresentato dalla totalità della superficie degli ambiti.

Nella classe “buffer” sono stati raggruppati tutti gli elementi non areali per i quali è stato necessario realizzare un’area di contorno.

Formazioni litologiche

I pesi relativi all’influenza delle differenti tipologie litologiche sono stati calcolati mediante la formula proposta da Regione Liguria che mette in relazione la superficie di affioramento con la totalità della superficie in frana sull’affioramento medesimo.

$$\psi = (1 / K) \times \varphi$$

dove:

$$K = \Sigma A''n / A_T$$

$$\varphi = A'n / A'n$$

$A'n$ = Aree parziali di primo ordine: area totale di presenza della litologia n [km²]

$A''n$ = Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all’interno delle $A'n$. [km²]

A_T = Area totale del bacino [km²]

Si precisa che per rendere più significativi i calcoli sulle superfici sono stati “ipotizzati” i limiti litologici anche al di sotto delle coltri potenti (con spessore maggiore di metri 3), dato non presente nel livello informativo della carta geolitologica; questo espediente si è reso necessario per non trascurare l’incidenza di tutti quei fenomeni geomorfologici coltri potenti.

I pesi ottenuti mediante la formula di cui sopra sono stati “normalizzati” per ogni Ambito e successivamente mediati tra tutti i 5 Ambiti.

Il risultato finale è stato successivamente modificato su tre pesi:

- la litologia **sns – serpentiniti scistose** è stata equiparata alla **sr – serpentiniti** per analogia di comportamento geomeccanico e per la scarsità areale dell’affioramento;
- per la litologia **cg – conglomerati** si è deciso di alzare il punteggio da 0 a 1 in considerazione dello stato di fratturazione dei conglomerati di Portofino.
- Per la litologia **gn – gneiss** è stato alzato il punteggio da 0 a 4 in considerazione del limitato affioramento e per analogia con i metagabbri.

I pesi finali utilizzati nella procedura sono riportati in Tabella 1.

LITOLOGIA (GXX_DLT.DGN)	sigla	peso
Argilliti	ag	10
Brecce	bc	7
Argillocisti	as	6
Calcari	c	5
Serpentiniti	sr - sns	4
Calcescisti	cs	4
Metagabbri	mg	4
Gabbri	gb	4
Calcari marnosi	cm	4
Gneiss	gn	4
Diabasi e basalti	db	3
Marne	ma	3
Metabasiti	mb	2
Arenarie	ar	1
Conglomerati	cg	1
Diaspri	d	0
Calcari arenacei	car	0
Dolomie	do	0
Lherzoliti	lh	0
Quarziti	qz	0
COPERTURE DETRITICHE (GXX_DLT.DGN)		
Coltri detritiche potenti (sup. 3 mt)	dt dt1 dt2	10
Depositi alluvionali terrazzati rec.	ar	5
Depositi alluvionali terrazzati ant.	aa	3
Depositi alluvionali mobili attuali	am	0
Grossi riporti	gr	10

Tabella 1

Acclività dei versanti

Per il calcolo della suscettività è stata utilizzata la Carta dell'Acclività Regionale in scala 1:10.000 derivata dal modello digitale del terreno generato nell'ambito del progetto IT2000. I pesi assegnati ad ogni classe sono quelli già utilizzati per il Torrente Polcevera e sono riportati in Tabella 2.

CLASSE DI ACCLIVITÀ (GXX_ACL.DGN)	sigla	peso
Classe 1 (0 - 10 %)	1	0
Classe 2 (10 - 20 %)	2	0
Classe 3 (20 - 35 %)	3	3
Classe 4 (35 - 50 %)	4	4
Classe 5 (50 - 75 %)	5	10
Classe 6 (75 - 100 %)	6	12
Classe 7 (>100 %)	7	13

Tabella 2

Uso del suolo

E' stato utilizzato un peggiorativo per la classe "ex-coltivi"; sono stati inoltre inseriti i pesi per i diversi indici di efficienza idrogeologica, lasciando a zero il peso dell'alta efficienza e attribuendo un peggiorativo alle altre due classi (Tabella 3).

CLASSE DI USO DEL SUOLO (GXX_USO.DGN)	<i>sigla</i>	<i>peso</i>
Ex coltivi	2.5	3
INDICE DI EFF. IDROGEOLOGICA (GXX_USO.DGN)		
Efficienza idrogeologica alta	1	0
Efficienza idrogeologica media	2	1
Efficienza idrogeologica bassa	3	2

Tabella 3**Morfologia**

Oltre allo stato della roccia e alle coltri "sottili" sono state prese in considerazione, ove presenti, le ex-cave, le ex-discariche e le aree caratterizzate da ruscellamento diffuso areale (Tabella 4).

STATO DELLA ROCCIA (GXX_MOR.DGN)	<i>sigla</i>	<i>peso</i>
Roccia in buone cond. fav. al pendio	R	0
Roccia in buone cond. sfav. al pendio	RS	2
Roccia in scadenti condizioni	RF	5
Roccia non rilevabili	R0	5
COLTRI SOTTILI (INF. 3 MT) (GXX_MOR.DGN)		
Granulometria indifferenziata	c	6
Granulometria grossolana	cg	6
Granulometria fine	cf	7
AREE SPECIALI		
Ex cave		3
Ex discariche		3

Tabella 4**Buffer**

Sono stati creati dei buffer per tutti quegli elementi lineari e puntuali che possono incidere sulla suscettività al dissesto; l'ampiezza dell'area è stata fissata in base ai possibili effetti morfologici causati dagli stessi elementi, tenendo conto anche della scala alla quale il calcolo restituisce i risultati. Per tutti gli elementi lineari si è usato un buffer simmetrico, cioè si è costruita un'area di uguale ampiezza da una parte e dall'altra dell'elemento, ad eccezione dell'erosione spondale il cui buffer è calcolato sul solo lato esterno. Per gli elementi puntuali il buffer è rappresentato da un cerchio (Tabella 5).

TIPOLOGIA DI BUFFER	<i>buffer</i>	<i>peso</i>
Limite formazionale (<i>gXX_dlt.dgn</i>)	25+25	1
Faglia (<i>gXX_str.dgn</i>)	25+25	2

Erosione concentrata di fondo (<i>gXX_mrf.dgn</i>)	25+25	7
Erosione spondale (<i>gXX_mrf.dgn</i>)	0+25	7
Orlo di terrazzo (<i>gXX_mrf.dgn</i>)	15+15	3
Rottura di pendio (<i>gXX_mrf.dgn</i>)	15+15	3
Frana puntuale attiva (<i>gXX_fra.dgn</i>)	r. 25	25
Frana puntuale quiescente (<i>gXX_fra.dgn</i>)	r. 25	20
Conoide detritica puntuale (<i>gXX_fra.dgn</i>)	r. 25	10
Ciglio di frana attivo (<i>gXX_fra.dgn</i>)	25+25	10
Ciglio di frana quiescente (<i>gXX_fra.dgn</i>)	25+25	2

Tabella 5

Classi di suscettività al dissesto

La sommatoria dei pesi applicati alle singole classi è stata suddivisa in range per la definizione delle classi di suscettività al dissesto, come da Tabella 6.

CLASSE DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	sigla	range
Molto bassa	Pg0	Pg0<7
Bassa	Pg1	7<=Pg1<14
Media	Pg2	14<=Pg2<20
Elevata	Pg3b	Pg3b>=20

Tabella 6

Classi sovrainposte

In ottemperanza alle raccomandazioni della Regione Liguria ed in conformità con la Normativa del Piano, in considerazione del fatto che la *Carta della suscettività al dissesto* ha anche contenuti normativi, sono state sovrainposte le classi elencate in Tabella 7.

Si precisa che alla classe cave attive, miniere attive e discariche in esercizio non è stata attribuita alcuna classe di suscettività in quanto dette aree sono normate da specifici Piani di Settore e dalla normativa di Piano stesso; per quanto riguarda le altre aree speciali (ex cave, ecc.), la classe sovrainposta è stata resa “trasparente” per lasciare visibile anche la suscettività calcolata.

CLASSE SOVRAIMPOSTA	Classe di suscettività	sigla
Frana attiva	Molto elevata	Pg4
Frana quiescente	elevata	Pg3a
Frana relitta o stabilizzata	elevata	Pg3b
DGPV	elevata	Pg3b
Area a franosità attiva diffusa	elevata	Pg3a
Area a franosità quiescente diffusa	elevata	Pg3b
Frana superficiale – soil slip quiescente	elevata	Pg3b
Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	Area speciale	Tipo A
Ex cave, ex miniere	Area speciale	Tipo B1
ex discariche e riporti antropici	Area speciale	Tipo B2

Tabella 7

3.3 Problematiche di tipo idraulico

3.3.1 Aree storicamente inondate (*modificato con DSG 27/2023*)

Per la determinazione delle aree storicamente inondate si è fatto riferimento alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 2615 del 28/12/1998 e s.m. “Approvazione, ai sensi dell’art. 6 della L.R. n. 45 del 21/10/1996, della mappa di rischio d’inondazione presente sul territorio regionale”.

Le parti di tale mappatura (riportata sulla cartografia regionale in scala 1:25000) relative alla porzione di territorio interessata dal presente piano, sono riportate nella Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate.

Sono state inoltre recepite, ed indicate con apposito segno grafico nella cartografia, le aree interessate da inondazione negli eventi alluvionali dell’autunno 2011 e 2014. Queste ultime in particolare sono desunte dalla perimetrazione approvata con DGR 59/2015, e classificate poi, nella cartografia delle fasce di inondabilità, laddove non adeguatamente studiate con verifiche idrauliche, come fasce c.d. A*.

Relativamente alle aree storicamente inondate a monte di via Pisa (evento novembre 2011) e lungo corso Italia (ex DGR 594/01), sono ascrivibili all’insufficienza del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e alla conformazione morfologica delle aree limitrofe, caratterizzate da marcati avvallamenti e zone di ristagno e non alla capacità di smaltimento del canale tombinato sottostante, che tra l’altro scorre a profondità notevoli (da 3.0 m a 6.0 m circa) rispetto al piano campagna.

3.3.2 Verifiche idrauliche

Obiettivo primario delle verifiche è stato quello di determinare il livello di criticità idraulica complessiva dei singoli tratti d’alveo e/o dei manufatti d’attraversamento esaminati.

Le verifiche idrauliche dei vari tronchi d’alveo esaminati sono state condotte secondo due tipi d’approccio, uno a carattere più esteso, riferito al tratto d’alveo nel suo insieme, e l’altro a carattere locale, riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione critica, con i tre valori di portata di massima piena 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riportati, per diverse sezioni di chiusura e per ogni corso d’acqua nel *Capitolo 2 par. 2.7*.

Le verifiche di tipo esteso hanno riguardato i tratti medio-vallivi dei bacini di maggior rilevanza, come il torrente Sori e il torrente Nervi e quelli per i quali si disponeva di un rilievo sufficientemente esteso ed affidabile dell’asta principale, come nel caso del rio Vernazza.

Le verifiche di tipo locale hanno riguardato singole sezioni in prossimità di ponti e tombature lungo i tratti medio vallivi dei corsi d’acqua minori e lungo i tratti dei rivi principali per i quali non sia stato possibile effettuare altri tipi di verifiche.

Nella Carta delle tracce delle sezioni idrauliche, sono riportati i tratti d’alveo e le sezioni indagate.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati da diversi Enti o soggetti proponenti, nell'ambito di studi (pianificazione territoriale, simulazioni idrauliche, esperienze su modello fisico, ecc.) e progetti (viabilità spondale, manufatti d'attraversamento, opere idrauliche, ecc.), nel corso degli ultimi dieci anni.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati con la cartografica tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, cartografia tecnica del Genio Civile in scala 1:1000 aggiornata al 1972) e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione.

Nei paragrafi successivi è riportata la descrizione delle metodologie di calcolo utilizzate e dei risultati delle verifiche effettuate per ciascun corso d'acqua esaminato.

3.3.2.1 Metodologie di calcolo

Di seguito sono brevemente descritte le diverse metodologie di calcolo utilizzate.

Verifiche a carattere esteso

Le verifiche idrauliche di tipo globale sono state effettuate mediante l'ausilio di un *software*² per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, $h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre $h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L[m]$.

¹. HEC-RAS, Haestad Methods Inc. - Waterbury USA

Il calcolo di J_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[mq]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3} s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Ai fini del calcolo in tutte le verifiche è stato assunto un valore del coefficiente n pari a 0.03, corrispondente alla situazione di alveo naturale con presenza di ciottoli e ghiaia.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e $V_2 [m/s]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalco dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[mc/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[mq]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[mc/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzeanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Verifiche a carattere locale

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo sono state determinate le caratteristiche della corrente nelle condizioni critiche e in moto uniforme.

La verifica della sezione è stata effettuata con riferimento alle condizioni più sfavorevoli.

Poiché le sezioni esaminate sono risultate prevalentemente di forma regolare, per semplicità di calcolo sono state assimilate a sezioni rettangolari equivalenti.

Le condizioni di moto uniforme sono state determinate mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove $Q [mc/s]$ è la portata, $\chi [m^{1/2} s^{-1}]$ il coefficiente di attrito, $A [m^2]$ l'area della sezione liquida, $R [m]$ il raggio idraulico, i_f la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove $n[m^{-1/3} s]$ è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo; in particolare è stato adottato un valore del parametro n pari a 0.03 nel caso di alveo

naturale (ponti o manufatti isolati) e 0.02 nel caso di alveo plateato e/o rivestito per lunghi tratti (tombature).

Le condizioni critiche sono determinabili imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g \cdot \frac{A}{b}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata, $A[m^2]$ l'area e $b[m]$ la larghezza della sezione, $g[m/s^2]$ l'accelerazione di gravità.

Nel caso di sezioni rettangolari è possibile calcolare direttamente la profondità critica $Y_c[m]$ mediante la

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali, si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b_m^2 \cdot F_L^2}}$$

dove K è un fattore di forma, $b_m[m]$ è la larghezza della sezione di monte e F_L è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di K è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti quadrati.

In tutte le verifiche a carattere locale è stato assunto un franco minimo di 0.5 m quale riferimento per la verificabilità della sezione.

3.3.2.2 Risultati

La valutazione dell'“adeguatezza” dei manufatti è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

- le opere di attraversamento sono considerate adeguate se le arginature hanno la possibilità di contenere il livello di pelo libero previsto per il rigurgito di monte;
- nel caso di opere di attraversamento inadeguate si analizza se il manufatto è causa o concausa dell'insufficienza al deflusso e/o il deflusso stesso non risulta condizionato da quanto avviene nelle sezioni limitrofe;

- le tombinature sono invece considerate inadeguate qualora il pelo libero superi la quota dell'intradosso della stessa indipendentemente dagli effetti a monte.

I risultati delle verifiche in forma grafica e tabellare sono riportati nell'**Allegato "Verifiche idrauliche"**.

3.3.2.2.1 Torrente Sori

E' stata effettuata una verifica di tipo esteso dell'asta terminale dalla confluenza con il rio Cortino sino allo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di circa 1.3 km.

La verifica è stata completata con l'analisi puntuale di alcuni manufatti ubicati lungo l'asta del torrente a monte della confluenza con il rio Cortino.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati dalla Provincia di Genova nell'ambito degli Studi Propedeutici Piano di Bacino Stralcio del torrente Sori.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati con la cartografica tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, rilievo in scala 1:1000 dell'asta terminale del torrente Sori, del Genio Civile della Provincia di Genova) e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione.

Ai fini delle verifiche in moto permanente l'asta terminale è stata divisa in due tratti distinti in funzione delle sezioni di calcolo delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno riportate nello schema del reticolo idrografico allegato:

- Tratto I: da sbocco a mare confluenza con il rio Camasienza ($L \cong 370$ m).
- Tratto II: da confluenza con il rio Camasienza a confluenza con il rio Cortino ($L \cong 890$ m).

Per ciascun tratto sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione del numero di manufatti d'attraversamento (ponti, passerelle, coperture), della presenza di briglie o manufatti isolati (pile, tralicci, sbalzi, ecc.) e delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, depositi al fondo, vegetazione, ecc.).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità, seguendo la numerazione dei tratti precedenti.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

Per ciascun tratto è stata effettuata l'integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti alla sezione di chiusura di valle del tratto.

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati Verifiche idrauliche:

- Planimetria generale del tratto con ubicazione delle sezioni di calcolo in scala 1:1000

- Profili di rigurgito in scala 1:1500/1:100 e 1:3000/1:150
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:150/1:100 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

Le verifiche idrauliche a carattere locale hanno riguardato cinque manufatti di attraversamento di cui 3 ubicati lungo l'asta del torrente Sori a monte della confluenza con il rio Cortino, uno sul rio Levà ed uno sul rio Cortino.

Anche in questo caso, per ciascun manufatto, è stata effettuata una verifica idraulica con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti alla sezione di chiusura a valle dell'opera.

Di seguito si riporta la descrizione e i risultati delle verifiche effettuate per i singoli tratti.

Tratto I: dallo sbocco a mare alla confluenza con il Fosso Camasienza

Descrizione del tratto

Il tronco d'alveo oggetto di verifica costituisce il tratto terminale del torrente Sori, ed è compreso tra lo sbocco a mare (nodo A del reticolo idrografico), e la confluenza con il Fosso Camasienza (nodo B del reticolo idrografico).

Esso ha una lunghezza complessiva di circa 400 m, con andamento rettilineo e direzione SO-NE nel primo tratto di circa 200 m, e S-N nel rimanente tratto (circa 200 m).

Le sezioni dell'alveo sono di forma sostanzialmente rettangolare con larghezza mediamente pari a 20 m; la pendenza media del tratto è pari all'1.1 % circa.

Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni.

Entrambe le sponde sono arginate con muri in blocchi di pietra e calcestruzzo e parapetto in muratura piena.

Lungo il tratto sono presenti, da valle verso monte, i seguenti manufatti d'attraversamento: ponte carrabile (in c.a., due campate), ponte carrabile a schiena d'asino (in acciaio, unica campata), ponte carrabile della SS n°1 Aurelia (in c.a. ad arco, cinque campate), ponte della linea ferroviaria Genova-La Spezia (in c.a. ad arco, cinque campate), ponte carrabile (in c.a., due campate), ponte carrabile della strada provinciale per località Lago (in c.a., due campate), ponte carrabile (in c.a., due campate).

L'unico affluente significativo risulta il Fosso Camasienza, affluente di sinistra all'estremità di monte.

Le aree adiacenti alle sponde sono in parte urbanizzate, la viabilità si sviluppa lungo entrambi gli argini del corso d'acqua.

Risultati

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a 190 m³/s, 280 m³/s, 340 m³/s (vedi tabella riassuntiva portate di piena).

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ($Fr=1$) nelle due sezioni di estremità (sez. 1 e sez. 5).

Le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza dell'intero tratto al deflusso di portate di piena con tempo di ritorno superiore a 50 anni, dovuta principalmente ai manufatti di attraversamento presenti; per portate con tempo di ritorno inferiore risulta critico il solo tratto di monte (dalla sezione 3 alla sezione 5).

La portata massima smaltibile in tale tratto senza dare luogo ad esondazioni risulta pari a circa 120 m³/s, cui è associabile un tempo di ritorno inferiore a 30 anni.

Tutti i ponti risultano insufficienti al deflusso della portata 200-ennale, con funzionamento in pressione e scavalco dell'impalcato. I due ponti del tratto a monte (sezioni 3.11 e 4.11) risultano insufficienti anche per il deflusso della portata 50-ennale.

Lungo quasi tutto il tratto è presente viabilità spondale in sponda destra, e in fregio agli argini destro e sinistro esistono aree interessate perlopiù da insediamenti abitativi che risultano critiche.

I tratti più critici per la portata 50-ennale sono rappresentati da quello compreso tra i due ponti carrabili (sezione 3 e 4) a valle della confluenza con il Fosso Camasienza, con quote del pelo libero superiori alle quote del piano viabile su entrambe le sponde.

Il deflusso della portata 200-ennale provoca esondazione su entrambe le sponde lungo l'intero tratto a causa della messa in pressione dei ponti di attraversamento con quote del pelo libero superiori di 1-2 m rispetto al piano campagna.

Il deflusso della portata 500-ennale provoca esondazione su entrambe le sponde lungo l'intero tratto a causa della messa in pressione dei ponti di attraversamento con quote del pelo libero superiori di 1.5-2.5 m rispetto al piano campagna.

Tratto II: dalla confluenza con il Fosso Camasienza alla confluenza con il rio Cortino

Descrizione del tratto

Il tronco d'alveo oggetto di verifica costituisce il medio-vallivo del torrente Sori, ed è compreso tra la confluenza con il Fosso Camasienza (nodo D del reticolo idrografico) e la confluenza con il rio Cortino (nodo E del reticolo idrografico).

Esso ha una lunghezza complessiva di circa 900 m, con andamento leggermente meandriforme.

Le sezioni dell'alveo sono di forma sostanzialmente rettangolare con larghezza mediamente pari a 20 m; la pendenza media del tratto è pari all'1.6 % circa.

Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni.

Entrambe le sponde sono arginate con muri in blocchi di pietra e calcestruzzo per quasi tutto il tratto; in alcuni punti le sponde sono costituite dal versante naturale.

Lungo il tratto sono presenti, da valle verso monte, i seguenti manufatti di attraversamento: passerella pedonale (in c.a., due campate), passerella pedonale (in c.a., due campate).

Gli unici affluenti significativi risultano essere il Fosso Camasienza, affluente di sinistra all'estremità di valle e il rio Cortino, affluente di destra all'estremità di monte.

Le aree adiacenti alle sponde sono in parte urbanizzate, caratterizzate dalla presenza di una viabilità di sponda secondaria, perlopiù a carattere locale; lungo gli argini sono presenti una serie di edifici di civile abitazione con i piani inferiori prossimi al fondo alveo.

Risultati delle verifiche idrauliche

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a 182 m³/s, 263 m³/s, 317 m³/s.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ($Fr=1$) nelle due sezioni d'estremità (sez. 5 e sez. 26).

Tutti i ponti verificati risultano insufficienti al deflusso della portata 200-ennale, con funzionamento in pressione e scavalcamento dell'impalcato.

Da un punto di vista generale risultano critiche sia le aree in sponda destra che in sponda sinistra, entrambe interessate da insediamenti abitativi.

I tratti più critici per la portata 50-ennale sono rappresentati da quello compreso tra la sezione 24 e la sezione 19 a valle della confluenza con il Rio Cortino, con quote del pelo libero superiori alle quote dell'argine in sponda destra e da quello compreso tra la sezione 17 e la sezione 9, con quote del pelo libero superiori alle quote dell'argine in entrambe le sponde.

Il deflusso della portata 200-ennale provoca esondazione su entrambe le sponde quasi lungo l'intero tratto a causa della messa in pressione dei ponti di attraversamento con quote del pelo libero superiori, rispetto al piano campagna, di circa 2 m nel tratto a monte, di circa 1 m nel resto del tratto.

Il deflusso della portata 500-ennale provoca esondazione su entrambe le sponde lungo l'intero tratto a causa della messa in pressione dei ponti di attraversamento con quote del pelo libero superiori, rispetto al piano campagna, di circa 2.5 m nel tratto a monte, di circa 1.5 m nel resto del tratto.

Tratto a monte della confluenza con il rio Cortino

Sono state eseguite le verifiche a carattere locale relative ai tre manufatti ritenuti più significativi da un punto di vista dell'impatto sul regime idraulico del corso d'acqua:

- SO01: Ponte ad arco carrabile
- SO02: Passerella pedonale
- SO03: Ponte ad arco in pietra

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 141, 204 e 246 m³/s per il primo manufatto (sezione G del reticolo idrografico), e 120, 174, 209 m³/s per il secondo e il terzo (sezione L del reticolo idrografico).

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Ponte ad arco carrabile (SO01)

Il ponte è ubicato subito a monte della confluenza con il rio Cortino; esso è costituito da una struttura in pietra e malta a campata unica della larghezza di 12 m con luce libera di deflusso pari a 4 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Passerella pedonale (SO02)

Si tratta di una passerella pedonale in c.a. a campata unica, situata in località Case Bruciate con larghezza di circa 11 m e luce libera di deflusso di circa 5.4 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte pedonale ad arco in pietra (SO03)

Si tratta di un ponte ad arco in pietra situato presso la località Capreno, con larghezza di circa 5.8 m con una luce libera di deflusso di circa 6 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Rio Levà

E' stata effettuata la verifica a carattere locale relativa al seguente manufatto:

- Passerella di accesso abitazione (SO04)

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 42, 61 e 73 m³/s (sezione N del reticolo idrografico).

La passerella è ubicata immediatamente a monte della confluenza tra il rio Levà e il rio Sussisa; è costituita da un impalcato in c.a. con 2 pile in alveo. La larghezza della sezione risulta di circa 8.2 m e la luce libera di deflusso è pari a 1.9 m.

Il manufatto non risulta adeguato per tutti e tre i valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, per i quali il deflusso avviene in pressione con scavalco dell'impalcato

Rio Cortino

E' stata effettuata la verifica a carattere locale relativa al seguente manufatto:

- Ponte pedonale ad arco in pietra (SO05)

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 120, 174 e 209 m³/s (sezione L del reticolo idrografico).

Il ponte è ubicato immediatamente a monte della confluenza tra il rio Cortino e il torrente Sori; è costituito da un arco in pietra a campata unica della larghezza di circa 5.8 m e luce libera di deflusso pari a 6.0 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate esaminate, con franchi superiori a 1 m.

3.3.2.2 Aree scolanti tra il torrente Sori e il torrente Poggio

Sono state eseguite verifiche di tipo esteso, utilizzando il programma di calcolo Hec-Ras, sui tratti urbanizzati del rio Montobbio e del fosso Ponte di Legno, compresi approssimativamente tra Pieve Alta e lo sbocco a mare, e un tratto del fosso Favaro in prossimità dell'attraversamento ferroviario, mentre i rimanenti tratti dei rii delle aree scolanti sono stati analizzati con verifiche di tipo locale sulle principali opere in alveo.

Per le verifiche estese è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 30 m^{1/3}s⁻¹; come condizioni al contorno si è imposta la profondità critica sia a valle, per la presenza di briglie o salti di fondo, sia a monte in quanto la sezione rilevata risulta sufficientemente distante dalle opere in alveo da permettere il completo sviluppo del moto.

Le verifiche estese hanno riguardato i seguenti rii:

Rio Montobbio nel tratto compreso tra Pieve Alta e l'imbocco della tombinatura sotto la ferrovia.

In particolare sono compresi nel tratto i seguenti attraversamenti:

- Passerella pedonale Via Demola (MO-1);
- Ponte - terrazzo ad uso commerciale a valle dell'Aurelia (MO-4);
- Imbocco tombinatura Via Aurelia (MO-6);
- Ponti lungo la strada per Pieve Alta (MO-8, MO-9);
- Ponte a Pieve Alta (MO-10);

Fosso Ponte di Legno

- Sbocco tombinatura finale (PL-1);
- Sbocco e adiacente imbocco nel piazzale limitrofo all'area ferroviaria (PL-1A , PL-1B)
- Sbocco tombinatura a monte dell'Aurelia (PL-2);
- Imbocco tombinatura a monte dell'Aurelia (PL-3);
- Ponte Via Mezzano (PL-4, PL-4A)
- Sbocco e imbocco tombinatura sul piazzale dell'edificio a monte di via Mezzano (PL-4B, PL-4C)
- Ponte Via Besso (PL-5);

Fosso Favaro

- Tratto di lunghezza di circa 100 m a cavallo del ponte ferroviario in loc.Pontetto;

Le verifiche locali hanno riguardato i seguenti manufatti:

Fosso Ponte di Legno

- Ponte lungo la strada che porta a Pieve Alta (PLPL05);
- Ponte carrabile a Pieve Alta (PLPL06);
- Ponte in piazza S. Antonio Abate (PLPL07);

Fosso Favaro:

- Imbocco tombinatura a valle della ferrovia (PLFA01);
- Imbocco tombinatura Via Bossola (PLFA02);

Fosso Terrile

- Sbocco tombinatura finale (PLTE01);
- Ponte ad arco in pietra (Castello Cirila) (PLTE02);
- Sbocco tombinatura ferrovia (PLTE03);
- Imbocco tombinatura ferrovia (PLTE04);

Rio del Camposanto

- Imbocco tombinatura Via Aurelia (PL01);
- Ponte Via S. Gaetano (PL02);

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Fosso Favaro*Imbocco tombinatura a valle della ferrovia (PLFA01)*

L'imbocco della copertura è ubicato a valle della ferrovia in località Pontetto; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 3.9 m con luce libera di deflusso pari a m 4.0; il fondo risulta plateato.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Tratto di lunghezza di circa 100 m a cavallo del ponte ferroviario in loc. Pontetto

Le sezioni di questo tratto compreso il ponte ferroviario stesso risultano adeguate al deflusso di tutte e tre le portate di riferimento.

Imbocco tombinatura Via Bossola (PLFA02)

La copertura è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 3.3 m, con luce libera di deflusso pari a m 3.9 con il fondo plateato.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Rio Montobbio*Passerella pedonale Via Demola (MO-2)*

La passerella, ubicata presso l'abitato di Pieve Ligure, è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di 1m con luce libera di deflusso pari a circa 1 m; il fondo alveo risulta plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per tutti i valori di portata con conseguente esondazione sia in sponda destra, interessando il tratto di ferrovia adiacente, sia in sponda sinistra, interessando gli edifici presenti.

Ponte-terrazzo ad uso commerciale a valle dell'Aurelia (MO-4)

Il ponte, ubicato presso l'abitato di Pieve Ligure, è costituito da una struttura in calcestruzzo della larghezza di circa 2 m con luce libera di deflusso pari a circa 1 m, il fondo alveo risulta plateato, anche se nel tratto a monte del ponte non si presenta in buone condizioni.

Il manufatto risulta insufficiente per la portata 200-ennale. L'esondazione interessa la stessa terrazza, la scalinata in sponda destra e l'edificio in sponda sinistra.

Tombinatura Via Aurelia (MO-5, MO-6)

La copertura, ubicata presso l'abitato di Pieve Ligure, è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di circa 1.1 m con luce libera di deflusso pari a circa 2 m e fondo plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per le portate 200-ennale e 500-ennale provocando l'esondazione sulla via Aurelia.

Ponti lungo la strada che porta a Pieve Alta (MO-8, MO-9)

Il ponte MO-8 ubicato lungo la strada che porta a Pieve Alta è costituito da una struttura ad arco della larghezza di circa 1.5 m con luce libera di deflusso pari a m 3.5.

Il manufatto provoca un restringimento della sezione di deflusso e causa un rigurgito a monte per tutte e tre le portate di riferimento. Gli argini risultano comunque in grado di contenere tale livello idrico con adeguato franco di sicurezza.

Il ponte MO-9, anch'esso ubicato lungo la strada che porta a Pieve Alta, presenta differenti sezioni all'imbocco e allo sbocco: l'imbocco ha una larghezza di circa 1.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 2 m e lo sbocco una larghezza di circa 1.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 3.5 m.

Il manufatto risulta sufficiente allo smaltimento delle portate di progetto.

Ponte a Pieve Alta (MO-10)

Il ponte è ubicato presso l'abitato di Pieve Alta; esso è costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 0.8 m con luce libera di deflusso pari a m 0.6.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate provocando l'invasione della sede stradale.

Fosso Ponte di Legno

Sbocco tombinatura finale (PL-1)

Lo sbocco a mare della tombinatura è ubicata presso Pieve Ligure in località Fontanino; essa è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di circa 2 m con luce libera di deflusso pari a m 5.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Sbocco e adiacente imbocco nel piazzale limitrofo all'area ferroviaria (PL-1A , PL-1B)

Lo sbocco e l'imbocco adiacente sono ubicati nel piazzale in prossimità della stazione ferroviaria di Pieve Ligure; lo sbocco è costituito da una struttura in c.a. della larghezza di circa 2.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 5 m, l'imbocco è costituito da una struttura in c.a. della larghezza di circa 1.7 m con luce libera di deflusso pari a circa 4.5 m.

I manufatti risultano adeguati per tutte le portate considerate.

Sbocco tombinatura a monte della Via Aurelia (PL-2)

La tombinatura è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di 2.5 m con luce libera di deflusso pari a m 1.5.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

Imbocco tombinatura a monte della Via Aurelia (PL-3)

La tombinatura è ubicata a monte della Via Aurelia, è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di circa 2.5 m con luce libera di deflusso pari a m 1.5.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte Via Mezzano (PL-4, PL-4A)

Si tratta di un ponte carrabile ubicato a Pieve Alta; esso è costituito da una struttura ad arco in pietra della larghezza di 1.2 m con luce libera di deflusso variabile da 2 m nella sezione di imbocco fino a 3.8 m nella sezione di sbocco.

Il manufatto risulta inadeguato per tutte le portate considerate perché la sezione di imbocco crea un restringimento causando un rigurgito a monte con quote del pelo libero superiori a quelle degli argini.

Sbocco e imbocco tombinatura sul piazzale dell'edificio a monte di via Mezzano (PL-4B, PL-4C)

La tombinatura è costituita da una struttura in c.a. con imbocco della larghezza di 2.5 m e luce libera di deflusso pari a m 2.3 e sbocco della larghezza di 2.8 m e luce libera di deflusso pari a m 2.5.

Il manufatto risulterebbe sufficiente per tutte le portate considerate ma data la distanza di circa 9 m dal ponte precedentemente descritto (sez. PL-4, PL-4A) esso risente dell'effetto di rigurgito del ponte di valle; in corrispondenza dello sbocco della tombinatura si ha quindi un innalzamento del pelo libero con quote superiori a quella del manufatto.

Ponte Via Besso (PL-5)

Si tratta di un ponte pedonale ubicato a Pieve Alta; esso è costituito da una struttura ad arco in pietra della larghezza di 1.3 m con luce libera di deflusso pari a circa 2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate, ma l'esonazione causata interessa una porzione di strada molto limitata poiché la stessa risulta in salita in entrambe le direzioni.

Ponte lungo la strada per Pieve Alta (PLPL05)

E' un ponte carrabile, costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 2.0 m con luce libera di deflusso pari a m 6.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte a Pieve Alta (PLPL06)

E' un ponte carrabile, costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 1.0 m con luce libera di deflusso pari a m 2.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Ponte a Pieve Alta in piazza S. Antonio Abate (PLPL07)

E' un ponte carrabile, costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 2.6 m con luce libera di deflusso pari a m 4.1.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Fosso Terrile

Sbocco tombinatura finale (PLTE01)

La tombinatura è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di 0.8 m con luce libera di deflusso pari a m 1.0.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Ponte ad arco in pietra (Castello Cirila) (PLTE02)

Il ponte è ubicato a Pieve Ligure a valle della linea ferroviaria, dentro la proprietà del Castello Cirila; esso è costituito da una struttura in pietra della larghezza di 3.8 m con luce libera di deflusso pari a m 3.0.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate; tuttavia va segnalata l'inondabilità della strada pedonale in sponda destra, per tutti e tre i valori di portata considerati.

Sbocco tombinatura ferrovia (PLTE03)

La sezione di sbocco della tombinatura è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di 4.1 m, con luce libera di deflusso pari a m 4.3.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Imbocco tombinatura ferrovia (PLTE04)

La sezione di imbocco della tombinatura è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di 4.0 m con luce libera di deflusso pari a m 2.0.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Rio del Camposanto

Imbocco tombinatura Via Aurelia (PL01)

La tombinatura, ubicata in corrispondenza del cimitero di Sori, è costituita da una struttura in c.a. ad arco della larghezza di 1.3 m con luce libera di deflusso pari a m 1.8.

Il manufatto risulta adeguato per la portata 50-ennale, mentre è insufficiente per il deflusso delle portate 200-ennale e 500-ennale.

Ponte in Via San Gaetano (PL02)

Il ponte è ubicato al confine tra il comune di Pieve Ligure e di Sori; esso è costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 1.85 m con luce libera di deflusso pari a m 2.4.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

3.3.2.2.3 Torrente Poggio

Sono state eseguite verifiche di tipo esteso, utilizzando il programma di calcolo Hec-Ras, sul tratto terminale del rio Poggio, dalla confluenza con il t. Sessarego fino allo sbocco. Le sezioni della tombinatura sono state ricavate da un rilievo fornito dal Comune, realizzato tra il 2007 e il 2008, integrato nella parte terminale con un rilievo realizzato ad hoc nel 2012 e nella parte a monte con sezioni ricavate da una pratica autorizzativa. Per la verifica è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler compreso tra $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ e $33 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per i tratti con fondo naturale e pari a $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per la tombinatura; come condizioni al contorno si è imposto a valle il livello del mare pari a 1 m, a monte è stata imposta la profondità critica.

La confluenza Poggio-Sessarego è stata modellata, come di consueto, nella doppia configurazione, che prevede la portata di piena a valle della confluenza e alternativamente nei due rami di monte.

Sono state inoltre eseguite verifiche di tipo esteso per il rio Sessarego per un tratto di circa 200 m nel tratto compreso tra il ponte carrabile (S-5.5) e la confluenza nel t. Poggio

Per la verifica è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$; come condizioni al contorno di monte si è imposta la condizione critica.

Sono state inoltre eseguite alcune verifiche a carattere locale nei tratti meno urbanizzati delle aste principali, compresi approssimativamente tra Bogliasco e l'abitato di Sessarego.

Le verifiche non hanno riguardato l'area della discarica in quanto già oggetto di un progetto del comune di Bogliasco per "interventi di risanamento idraulico-ambientale" dell'ottobre 1995 a firma del Prof. Geol. P. Maifredi, del Dott. Ing. A. Gandolfo e del Dott. Ing. A. Patrone, regolarmente approvato e realizzato, al quale si rimanda per analisi di maggior dettaglio.

Sono stati in particolare esaminati con verifiche di tipo locale i seguenti manufatti:

Torrente Sessarego

- Ponte carrabile a valle della confluenza con t.Musanega (PO06);
- Ponte carrabile (PO09)

Torrente Musanega

- Ponte carrabile (PO07);

Torrente Burchi

- Ponte carrabile (PO08);

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Torrente Poggio

Copertura tratto urbanizzato di Bogliasco;

A monte dell'imbocco è presente un guado che consente l'accesso ad un piazzale in sponda sinistra posto ad una quota inferiore rispetto al livello di piena 50-ennale.

L'edificio in sponda sinistra, situato subito a valle, comprende un piano fondi non adeguatamente protetto da monte dalla portata 50-ennale.

L'imbocco della tombinatura è costituita da una struttura in c.a. della larghezza di circa 10 m con luce libera di deflusso pari a circa 5 m.

Circa 35 m più a valle c'è una briglia alta circa 3 m dopo la quale la sezione ha una luce libera di deflusso pari a circa 6 m.

La sezione all'interno della tombinatura ha una larghezza variabile da un minimo di 8,50 ad un massimo di 12,50 m ed una altezza variabile da un minimo di 3 m nelle sezioni più a valle ad un massimo di 6 m nelle sezioni di monte.

La sezione di sbocco è a due campate con volta ad arco ribassato della larghezza di circa 6 m e con luce libera di 3 m ciascuna, con pila centrale della larghezza di 0.5 m.

Il tratto iniziale della tombinatura risulta adeguato allo smaltimento della portata 500-ennale, sebbene all'imbocco presenti un franco limitato rispetto al carico cinetico. A partire da circa 150 m dallo sbocco, la sezione della tombinatura si riduce; da questo punto in poi la tombinatura lavora in pressione già con portata 50-ennale.

Il tratto terminale, a valle dello sbocco della tombinatura, non risulta adeguato allo smaltimento della portata 50-ennale, che supera la quota spondale in destra, anche a causa di un'apertura nel parapetto, e non ha franco sufficiente in sinistra.

Il ponte romano alla foce è costituito da una struttura ad arco in pietra della larghezza di 18 m circa, e con luce libera massima in sommità di 7.7 m circa.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

La mappatura delle aree inondabili rappresenta, a favore di sicurezza, l'estensione dell'esondazione collegata alla potenziale rottura della tombinatura conseguente alla messa in pressione della stessa; pertanto comprende tutte le zone poste a quota inferiore alla sezione idraulica della tombinatura dalla quale ha inizio il moto in pressione all'interno della stessa, variabile in funzione del tempo di ritorno della portata di piena.

Torrente Sessarego

Il ponte (S-3) ad arco in pietra della larghezza di circa 6 m con luce massima di deflusso di 3 m risulta sufficiente per tutte le portate esaminate, anche se per la portata 500-ennale si crea un rigurgito che è contenuto all'interno delle arginature.

Il ponte carrabile S-5.5 è un ponte ad arco in pietra della larghezza di circa 6 m con luce massima di deflusso di circa 6 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate

Ponte carrabile a valle della confluenza con il torrente Musanega (PO06)

E' un ponte ad arco in pietra della larghezza di 5.3 m con luce massima di deflusso di 3.8 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate

Ponte carrabile (PO09)

E' un ponte ad arco in della larghezza di 4.8 m con luce massima di deflusso di 2.4 m.
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate

Torrente Musanega

Ponte carrabile (PO07);

E' un ponte ad arco in pietra della larghezza di 2.7 m con luce massima di deflusso di 3.5 m.
Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate

Torrente Burchi

Ponte carrabile (PO08);

E' un ponte ad arco in pietra della larghezza di 2.7 m con luce massima di deflusso di 5 m.
Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate

3.3.2.2.4 Aree scolanti tra il torrente Poggio e il torrente Nervi

Sono state eseguite alcune verifiche a carattere locale nei tratti urbanizzati delle aste principali, compresi approssimativamente tra Via Donato Somma e lo sbocco a mare.

Le verifiche hanno riguardato in particolare i seguenti manufatti:

- Imbocco copertura di Via D. Somma (ASNE01);
- Secondo tratto tombinato di Via D. Somma (ASNE02);
- Ponte sulla strada per Sant'Ilario (ASNE03).

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Imbocco copertura di Via D. Somma (ASNE01)

L'imbocco della copertura è ubicato subito a monte di Via Donato Somma; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 1.3 m con luce libera di deflusso pari a m 2.4 con fondo plateato.

Il manufatto è sufficiente per tutte le portate considerate.

Secondo tratto tombinato di Via D. Somma (ASNE02)

La copertura è ubicata in corrispondenza di Via Donato Somma a valle della confluenza di due aste, entrambe tombinate; è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 1.4 m con luce libera di deflusso pari a m 2.8.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

Ponte sulla strada per Sant'Ilario (ASNE03)

Il ponte è ubicato presso l'abitato di Sant'Ilario ed è costituito da una struttura in c.a. della larghezza di 1.5 m con luce libera di deflusso pari a m 5.5.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

3.3.2.2.5 Torrente Nervi

I tratti interessati da verifiche estese in moto permanente sono due: uno dall'imbocco della tombinatura di Via del Commercio sino allo sbocco a mare, l'altro comprende un'area storicamente esondata posta più a monte, in corrispondenza della confluenza di Fosso Conchettino.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati dalla Provincia di Genova nell'ambito degli Studi Propedeutici Piano di Bacino Stralcio del torrente Nervi e dal comune di Genova nell'ambito del progetto per *“Interventi di sistemazione idraulica e idrogeologica del torrente Nervi a monte della copertura di Via del Commercio”* del 1997.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati con la cartografica tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, rilievo in scala 1:500 del comune di Genova) e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione.

In particolare, il tratto a monte dell'imbocco della tombinatura di via Del Commercio è stato oggetto di rilievo topografico eseguito a luglio 2019, su incarico del Comune.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione del numero di manufatti d'attraversamento (ponti, passerelle, coperture), della presenza di briglie o manufatti isolati (pile, tralicci, sbalzi, ecc.) e delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, depositi al fondo, vegetazione, ecc.).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità, seguendo la numerazione dei tratti precedenti.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto.

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- Profili di rigurgito in scala 1:1000/1:100
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:200/1:100 e 1:200/1:50 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

Le verifiche idrauliche a carattere locale hanno riguardato una passerella pedonale a monte dell'imbocco della tombinatura di Via del Commercio.

Per ciascuna sezione è stata effettuata una verifica idraulica con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle rispetto al manufatto.

Di seguito si riporta la descrizione e i risultati delle verifiche effettuate per i singoli tratti.

Dall'imbocco della tombinatura allo sbocco a mare

Descrizione del tratto

Il tronco d'alveo oggetto di verifica riguarda la tombinatura del Nervi su tutta via del Commercio ed il tratto terminale del torrente che è compreso tra la sezione di sbocco della tombinatura a valle di Via G. Oberdan e lo sbocco a mare (nodo A del reticolo idrografico).

Esso ha una lunghezza complessiva di circa 1000 m, con andamento caratterizzato da diversi tratti rettilinei separati da curve di ampiezza pari a 90 gradi circa; nella parte terminale la direzione è NO-SE nel primo tratto di circa 70 m, e NE-SO nel rimanente tratto (circa 230 m). Le sezioni interne alla tombinatura hanno larghezza variabile tra i 14 e i 18 m ed una altezza di circa 4 m. Alcune sezioni hanno pile in alveo in numero variabile tra 1 e 3.

Le sezioni dell'alveo dopo lo sbocco della tombinatura sono di forma sostanzialmente rettangolare con larghezza mediamente pari a 20 m circa; la pendenza media del tratto è pari all'0.5 % circa.

Il fondo alveo è cementato all'interno della tombinatura, mentre il fondo del tratto a cielo aperto è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni.

Entrambe le sponde sono arginate con muri in calcestruzzo e parapetto in muratura piena.

Lungo il tratto terminale sono presenti, da valle verso monte, i seguenti manufatti di attraversamento: ponte romano ad arco in pietra, ponte della linea ferroviaria Genova-La Spezia ad arco in mattoni, ponte della passeggiata a mare, in c.a. a campata unica.

Le aree adiacenti alle sponde sono in parte urbanizzate, con alcuni edifici in fregio all'alveo ed una viabilità pedonale che si sviluppa lungo gli argini in sponda sinistra nel primo tratto di monte e in sponda destra nel tratto a valle.

Per la verifica è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ nei tratti a cielo aperto e pari a $45 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ nei tratti tombinati; come condizioni al contorno si è imposta sia a valle sia a monte la profondità critica.

Risultati

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a $170 \text{ m}^3/\text{s}$, $207 \text{ m}^3/\text{s}$, $232 \text{ m}^3/\text{s}$.

A protezione dell'imbocco della tombinatura è presente una briglia selettiva costituita da una serie di profilati metallici disposti a pettine .

Il comune di Genova ha recentemente realizzato una serie di interventi nella zona a monte dell'imbocco della tombinatura, volti a risolvere la criticità idraulica presente; si tratta più in dettaglio, del rialzo del piano stradale di via del Commercio (circa 1 m), della realizzazione di parapetti arginali e della riduzione dell'altezza dei pettini della briglia selettiva ubicata a monte dell'imbocco della tombinatura.

Le verifiche idrauliche aggiornate dimostrano che la portata duecentennale risulta contenuta in alveo con franchi adeguati; anche nell'ipotesi di briglia selettiva ostruita al 50%, la portata duecentennale risulta comunque contenuta lungo tutto il tratto.

La copertura risulta adeguata per tutte le portate considerate.

Più a valle, le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza del tratto a monte del ponte romano al deflusso di portate di piena con tempo di ritorno dell'ordine dei 200 anni, dovuta principalmente al rigurgito provocato dall'attraversamento del ponte stesso, mentre a valle del ponte si verifica esondazione in sponda destra per portate con tempo di ritorno inferiore a 50 anni, a causa della quota insufficiente degli argini.

La portata massima smaltibile in tale tratto senza dare luogo ad esondazioni risulta pari a circa 120 m³/s, cui è associabile un tempo di ritorno dell'ordine dei 20 anni.

Lungo quasi tutto il tratto è presente viabilità spondale in sponda destra, e in fregio agli argini destro e sinistro esistono aree interessate perlopiù da insediamenti abitativi che risultano critiche.

Il tratto più critico per la portata 50-ennale è rappresentato da quello a cavallo del ponte ferroviario (da sez. 2 a sez. 4) e da quello in corrispondenza del ponte romano (sez. 7), con quote del pelo libero superiori alle quote del piano viabile in sponda destra.

Il deflusso della portata 200-ennale provoca esondazione in sponda destra nello stesso tratto precedente ed in sponda sinistra a monte del ponte romano, con lo scavalco del parapetto esistente.

Il deflusso della portata 500-ennale provoca esondazione in sponda destra lungo quasi tutto il tratto e in sponda sinistra nel tratto a monte del ponte romano.

Tratto a monte della tombinatura

Sono state eseguite le verifiche a carattere locale relative al manufatto ritenuto più significativo da un punto di vista idraulico :

- Passerella pedonale (NE02)

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 151, 185, 207 m³/s (sezione D del reticolo idrografico).

Il ponte è a campata unica, con larghezza di circa 14 m e luce libera di deflusso di circa 1.7 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Tratto di monte (zona confluenza fosso Conchettino)

Il tratto indagato si sviluppa per circa 500 m in roccia attraversando un piccolo nucleo di case sparse lungo il suo corso; sono presenti due passerelle pedonali che lo attraversano, entrambe con pila in alveo.

Le portate di verifica sono quelle relative al nodo D del reticolo idrografico, pari a 151, 185, 207 m³/s per tempo di ritorno 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale.

E' stato scelto un coefficiente di Manning pari a $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, equivalente ad un valore di Strickler di circa $28 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, e quale condizione al contorno di valle è stata imposta la profondità critica, mentre a monte si è preferito imporre la profondità di moto uniforme in una sezione fittizia posta 100 m a monte della prima sezione di calcolo.

A causa delle elevate pendenze, la corrente si mantiene prevalentemente veloce, con elevati valori del carico cinetico. Perciò nella mappatura delle aree inondabili, si è scelto di adottare quale franco di sicurezza il valore del carico cinetico.

Il tratto non presenta particolari criticità, se non legate alla presenza di edifici in fregio all'alveo e opere di attraversamento, associata all'elevata energia della corrente: ad esempio in prossimità della passerella di valle, mentre il profilo del pelo libero duecentennale presenta un franco di sicurezza di circa 1,15 m, la linea del carico totale passa al di sopra dell'impalcato di circa 1,20 metri.

3.3.2.2.6 Rio San Pietro

Sono state eseguite verifiche a carattere estese, con il programma Hec-Ras, nel tratto urbanizzato dell' asta principale, compreso approssimativamente tra la passerella a monte del cimitero di Quinto e lo sbocco a mare. Per le verifiche estese è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $33 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$; come condizioni al contorno si è imposta la profondità critica sia a valle, in quanto la tombinatura di sbocco in mare ha quota di fondo di 1.5 m, sia a monte in una sezione fittizia posta a circa 50 m, da non tenere in considerazione per la mappatura delle fasce.

Le verifiche hanno riguardato in particolare i seguenti manufatti:

- Sbocco copertura (SP-1);
- Sbocco e nuovo imbocco copertura (SP-2);
- Imbocco tombino a monte della ferrovia (SP-3);
- Ponte nuovo (SP-5);
- Ponte Antica Romana (SP-7);
- Ponticello a monte di Corso Europa (SP-10).

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Sbocco copertura (SP-1)

La sezione di sbocco della copertura terminale del rio S. Pietro, in prossimità della Strada Statale n.1 Aurelia è costituita da una struttura in c.a. ad arco a campata unica della larghezza di circa 3 m con luce libera di deflusso nel punto più alto pari a m 3.2.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Imbocco copertura (SP-2)

L'imbocco della copertura finale del rio S. Pietro è ubicato in prossimità di Via Divisione Acqui presso l'abitato di Quinto; esso è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 5 m, con luce libera di deflusso pari a circa 4 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Imbocco tombino a monte della ferrovia (SP-3)

E' ubicato presso l'abitato di Quinto subito a monte dell'attraversamento ferroviario; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 4.6 m con luce libera di deflusso pari a m 4.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte nuovo (SP-5)

Il ponte è ubicato presso l'abitato di Quinto nei pressi di Via Ballari; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 11 m con luce libera di deflusso pari a m 2.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte Antica Romana (SP-7)

Il ponte è ubicato presso l'abitato di Quinto ed è attraversato da Via Antica Romana; è costituito da una struttura in pietra ad arco a campata unica della larghezza di 3.9 m con luce libera di deflusso massima pari a m 3.4.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate, anche se la portata 50-ennale è contenuta negli argini.

Ponticello a monte di Corso Europa (SP-10)

Il ponte è ubicato a monte dell'abitato di Quinto; è costituito da una struttura in ferro a campata unica della larghezza di 6.5 m con luce libera di deflusso massima pari a m 1.7.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

3.3.2.2.7 Rio Bagnara

E' stata eseguita la verifica estesa sull'asta principale del rio che va da circa 100 m a monte di corso Europa fino allo sbocco a mare. Per le verifiche estese è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $33 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$; come condizioni al contorno si è imposta a valle la quota del mare considerata pari a 2 m, a monte il livello di profondità critica in una sezione fittizia non valida ai fini della mappatura delle fasce.

Le verifiche hanno riguardato in particolare i seguenti manufatti:

- Copertura Aurelia (BA-1);
- Ponte Via Marussig (BA-2);
- Ponte su Via Granello (BA-5);
- Ponticello su Via Granello (BA-6);
- Ponte su Via dell'Ulivo (BA-8);
- Sbocco tombinatura Via Antica Romana (BA-9);
- Imbocco tombinatura Via Antica Romana (BA-10);
- Ponticello su Via Palloa Minore (BA-13)
- Copertura parcheggio Via Palloa Minore (BA-14)

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Tratto tra ponte Aurelia (BA-1) e ponte su Via Marussig (BA-2)

Il ponte BA-1 di attraversamento della Strada Statale n.1 Aurelia, è realizzato con una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 4.6 m con luce libera di deflusso pari a m 4.8.

Il manufatto consente il deflusso con franco adeguato per tutte le portate considerate, ma determina un restringimento che crea un lieve effetto di rigurgito.

In sponda sinistra sono presenti edifici prospicienti il corso d'acqua aventi aperture a quote tali da essere interessati dalla piena 50-ennale. In sponda destra vi sono delle aperture (finestre) di un garage ubicato al di sotto dell'edificio il cui accesso si trova sulla via Aurelia. Tale garage ha accesso separato rispetto a quello dell'edificio, e viene allagato per la portata 50-ennale con ingresso dell'acqua dalle aperture sul muraglione che fa da argine.

Il ponte BA-2 è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 7 m con luce libera di deflusso pari a m 3.5.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte su Via Granello (BA-5) e passerella pedonale su Via Granello (BA-6)

Il ponte BA-5 è costituito da una struttura in c.a. a doppia campata della larghezza complessiva di 7 m con luce libera di deflusso pari a m 3.8.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

In questo tratto è presente una strada pedonale che costeggia il rio e lo attraversa tramite la passerella pedonale BA-6 con una quota tale da essere interessata dalla piena 50-ennale.

La passerella BA-6 è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 5 m con luce libera di deflusso inferiore al metro.

Passerella pedonale su Via dell'Ulivo (BA-8)

È costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza complessiva di circa 5 m con luce libera di deflusso pari a m 1.

Il manufatto è parte del percorso pedonale lungo il rio, risulta pertanto insufficiente per tutte e tre le portate esaminate.

Sbocco tombinatura Via Antica Romana (BA-9)

È costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 6 m con luce libera di deflusso pari a circa m 3.5.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Imbocco tombinatura Via Antica Romana (BA-10)

È costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 4.5 m con luce libera di deflusso pari a m 3.8.

Il manufatto risulta adeguato per le tre portate di riferimento; costituisce però un restringimento che causa un rigurgito tale da provocare l'esonazione per portata 200-ennale (per franco nullo) in sponda sinistra e con la quota della 500-ennale superiore all'estradosso della copertura.

Ponticello su Via Palloa Minore (BA-13)

Il ponticello è ubicato a monte di Corso Europa ed è attraversato da Via Palloa Minore, è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 4.5 m con luce libera di deflusso pari a m 2.1.

Il manufatto risulta inadeguato per tutte e tre le portate esaminate, invadendo la sede stradale di Via Palloa.

Copertura parcheggio Via Palloa Minore (BA-14)

E' costituita da una struttura in c.a. a doppia campata della larghezza complessiva di 6.5 m, con luce libera di deflusso pari a m 2.7.

Il manufatto risulta insufficiente per le portate 200-ennale e 500-ennale, interessando il piazzale e la strada in sponda sinistra.

3.3.2.2.8 Rio Castagna

Sono state eseguite verifiche di tipo esteso sulle sezioni interne al riempimento derivanti dal progetto originario “*Piano di zona Ge-Quarto, settore 2, tombinatura rio Castagna*”.

Sono state eseguite anche alcune verifiche a carattere locale nei tratti urbanizzati delle aste principali, compresi approssimativamente tra corso Europa e lo sbocco a mare.

Le verifiche hanno riguardato in particolare i seguenti manufatti:

- Sbocco copertura (CA01);
- Ponte in Via Romana della Castagna (CA02);
- Ponticello in Via Antica Romana della Castagna (CA04);
- Ponte Via Quartara (CA05);

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Copertura rilevato a monte di corso Europa

Le sezioni della copertura ubicata a monte di Corso Europa sono costituite da una struttura in c.a. a campata unica. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Sbocco copertura (CA01)

La sezione di sbocco della copertura terminale è costituita da una struttura in c.a. a campata unica, della larghezza di 4 m con luce libera di deflusso pari a 3.8 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte in Via Romana della Castagna (CA02)

E' costituito da una struttura ad arco in pietra a campata unica della larghezza di 4 m con luce libera di deflusso pari a 2.3 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Ponticello in Via Antica Romana della Castagna (CA04)

E' costituito da una struttura ad arco in pietra a campata unica della larghezza di 2.7 m con luce libera di deflusso pari a circa 3 m.

Il manufatto risulta di per se' adeguato per tutte le portate considerate.

Tuttavia va rilevata l'insufficienza della sezione di deflusso per tutte le portate esaminate dovuta ad una baracca in legno che ostruisce quasi tutta la campata.

Ponte in Via Quartara (CA05)

E' costituito da una struttura ad arco in pietra a campata unica della larghezza di 1.1 m con luce libera di deflusso pari a 2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

3.3.2.9 Rio Priaruggia

Sono state eseguite verifiche in moto permanente dall'attraversamento di via Sup. del Boscasso fino allo sbocco in mare.

Per le verifiche estese è stato utilizzato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$; come condizioni al contorno si è imposta a valle la quota di 1 m per tener conto dell'azione del mare e a monte è stata utilizzata una sezione fittizia di monte nella quale è stata imposta la profondità critica.

Le verifiche in Hec-Ras hanno riguardato in particolare i seguenti manufatti:

- Sbocco tombinatura Aurelia (PR-1);
- Sbocco tombinatura Via G. Rossetti (PR-2);
- Imbocco tombinatura Via G. Rossetti (PR-3);
- Passerella su Via Uliveto (PR-3.25);
- Tratto a monte del ponte di Via Uliveto (dalla PR-5 alla PR-3);
- Ponte su Via San Giovanni (PR-6);
- Ponte di Via Rossetti (PR-8);
- Sbocco e imbocco tombinatura sotto copertura Gepco (PR-9, PR-9B);
- Ponte Viale Pio VII (PR-11);
- Ponte Via S. Schiaffino (PR-16);
- Ponte Via Romana di Quarto (PR-20, PR-21);
- Sbocco tombinatura Quarto Alto (PR-23.12);
- Primo ponte Via A. del Boscasso (PR-36);
- Secondo ponte Via A. del Boscasso (PR-37);

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Sbocco tombinatura Aurelia (PR-1)

La sezione di sbocco della copertura terminale è costituita da una struttura in c.a. a campata unica, della larghezza di 5.60 m con luce libera di deflusso pari a 2.8 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte e tre le portate esaminate.

Gli edifici a monte prospicienti l'alveo del rio presentano aperture a quote tali da essere interessati dalla portata 200-ennale.

Sbocco tombinatura Via G. Rossetti (PR-2)

La sezione di sbocco della copertura di Via G. Rossetti è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 5 m con luce libera di deflusso pari a 2.3 m.

Il manufatto risulta insufficiente per le portate 200-ennali e 500-ennali ed ha franco inferiore ai 50 cm per la portata 50-ennale.

Imbocco tombinatura Via G. Rossetti (PR-3)

L'imbocco della copertura è ubicato in prossimità di Via G. Rossetti presso l'abitato di Quarto; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica, della larghezza di circa 7.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 2.8 m.

Il manufatto risulta insufficiente per le portate 200-ennale e 500-ennale, ed ha un franco di circa 50 cm per la portata 50-ennale.

Ponte su Via Uliveto (PR-3.25)

Il ponte è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 7.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte e tre le portate esaminate.

Tratto a monte del ponte di Via Uliveto (dalla PR-5 alla PR-3)

E' un tratto caratterizzato da sezione rettangolare della larghezza di circa 5.5 m caratterizzata dalla presenza di una via pedonale in sponda destra con quota del piano strada 1.3 m superiore al fondo alveo.

Le verifiche hanno dimostrato che la strada è inondabile per portate inferiori a quella 50-ennale. Vi sono alcuni edifici con portoni e finestre che si affacciano su questa strada e risultano pertanto inondabili per portata 50-ennale.

Ponte su Via San Giovanni (PR-6);

Il ponte è costituito da una struttura in pietra ad arco a campata unica della larghezza di 4.2 m, con luce libera di deflusso con altezza massima pari a 5.3 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte di Via Rossetti (PR-8);

Si tratta di una struttura in pietra ad arco nella sezione di imbocco e rettangolare nella sezione di sbocco della larghezza di 3.5 m con luce libera di deflusso con altezza massima pari a 2.7 m. Il manufatto risulta inadeguato per le portate 200-ennale e 500-ennale con quote del pelo libero superiori all'estradosso del ponte. Il ponte crea un effetto di rigurgito per la portata 50-ennale comunque contenuta nelle arginature.

Sbocco e imbocco tombinatura sotto copertura Gepco (PR-9, PR-9B);

La tombinatura è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 3.8 m con luce libera di deflusso minima pari a 2.8 m.

Il manufatto risulta inadeguato per le portate 200-ennale e 500-ennale con quote del pelo libero 200-ennale superiore all' argine in sponda destra, 500-ennale superiore ad entrambi gli argini .

Ponte Viale Pio VII (PR-11)

Il ponte è attraversato da Viale Pio VII situato presso l'abitato di Quarto; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 6 m con luce libera di deflusso pari a 6.0 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte Via S. Schiaffino (PR-16)

Il ponte è costituito da una struttura ad arco in pietra a campata unica della larghezza di 5.10 m con luce libera di deflusso pari a 5.2 m. La campata è caratterizzata dalla presenza di una via pedonale in sponda sinistra che limita la larghezza del corso d'acqua a 4.1 m, con quota del

piano strada 1.4 m superiore al fondo alveo. A valle del ponte la via pedonale prosegue sulla sponda destra attraversando il rio con una passerella metallica sufficiente dal punto di vista idraulico.

Il ponte risulta adeguato per tutte le portate considerate, mentre la strada sia in sponda sinistra che in sponda destra risulta inondabile per tutti e tre i valori di portata considerati.

A monte del ponte in sponda destra è situato un edificio prospiciente il corso d'acqua con aperture a quote tali da essere interessate dalla portata 50-ennale.

Ponte di Via Romana di Quarto (PR-20, PR-21);

Il ponte è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di circa 3.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 2.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per la portata 200-ennale (franco nullo), e gli argini a monte si trovano alla stessa quota dell'intradosso del ponte.

Tombinatura Quarto Alto (PR-23.12)

La tombinatura è costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza media di 3.5 m con luce libera di deflusso pari a circa 3.5 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Primo ponte Via A. del Boscasso (PR-36);

Il ponte è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 3.9 m con luce libera di deflusso pari a 3 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

Risulta invece insufficiente al deflusso della portata 200-ennale la sezione 35.9 subito a valle del ponte.

Secondo ponte Via A. del Boscasso (PR-37);

Il ponte è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 4 m con luce libera di deflusso pari a 1.4 m. Tale ponte costituisce un attraversamento del rio a livello di una strada lungo torrente a posta ad una quota insufficiente a contenere la portata 50-ennale.

Il manufatto risulta inadeguato per tutte e tre le portate esaminate.

3.3.2.2.10 Rio Vernazza

E' stata effettuata una verifica di tipo esteso del tratto terminale coperto dallo sbocco a mare sino all'imbocco della tombinatura a monte di via Borgoratti, per una lunghezza complessiva di circa 2300 m.

Il tratto di corso d'acqua a monte della confluenza con il rio Puggia prende il nome di rio Chiappeto.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad un rilievo topografico, effettuato dal comune di Genova nell'ambito del progetto per le “ *Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla* ” del 1996, per il tratto da mare fino a via Pontetti; per il tratto di monte si è fatto riferimento ad un rilievo commissionato da ASTER nel 2006.

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità.

Poiché i risultati hanno evidenziato la diffusa insufficienza della sezione di deflusso allo smaltimento di portate anche inferiori alla 50-ennale, con la messa in pressione di tutto il tratto canalizzato, si è allora preferito limitare la verifica alla sola portata smaltibile lungo tutto il tratto esaminato; più in dettaglio è stata valutata la portata di incipiente messa in pressione in tre differenti tratti (valle = via Vernazzola; medio = via Pontetti; monte = a valle via Borgoratti). Di conseguenza non vengono prodotti i consueti output del modello idraulico, in quanto non significativi. Nei paragrafi successivi si riporta la descrizione e i risultati delle verifiche effettuate.

Appare utile ricordare che, in occasione degli intensi eventi meteo che hanno interessato il bacino nel novembre 2011 e nell'ottobre 2014, il funzionamento in pressione della tombinatura ha provocato il collasso della stessa all'altezza di via Pontetti, con rilevanti allagamenti delle aree limitrofe fino al mare e ingenti danni. Nella Carta delle aree storicamente inondate vengono riportate in dettaglio tali aree.

Descrizione del tratto

Il primo tratto di tombinatura, dall'imbocco fino al termine dell'impianto sportivo Carlini, per un'estensione di circa 800 m, presenta diverse caratteristiche geometriche:

- Il primo tratto della tombinatura, è realizzato con una sezione con pareti verticali e volta “ad arco” in calcestruzzo armato: la larghezza media è variabile tra 2.20 e 2.50 m, l'altezza delle pareti verticali è variabile tra 1.70 e 3.30 m e l'altezza massima in asse è variabile tra 2.70 e 4.80 m; la pendenza media del fondo è stata stimata pari a circa il 6%;
- Il secondo tratto della tombinatura, è realizzato con una sezione rettangolare in calcestruzzo armato di larghezza media variabile tra 2.40 e 2.45 m e altezza variabile tra 2.90 e 3.00 m, la pendenza media del fondo è stata stimata pari a circa il 4%.
- Il terzo tratto della tombinatura è realizzato con una sezione rettangolare avente pareti in calcestruzzo armato e copertura realizzata con travi in aggetto; la larghezza media è pari a circa 2.70 m e l'altezza è pari a circa 3.00 m; la pendenza media del fondo è stata stimata pari a circa il 2%;

- Il quarto tratto della tombinatura è realizzato con una sezione con pareti verticali in calcestruzzo e volta “ad arco” in mattoni: la larghezza media è pari a circa 3.10 m e l'altezza massima in asse è pari a 2.85 m; la pendenza media del fondo è stata stimata pari a circa 2%.

Nel tratto immediatamente a monte della sezione di imbocco alla tombinatura, il corso d'acqua defluisce in un alveo naturale con argini in muratura e fondo plateato, caratterizzato da una sezione a larghezza decrescente procedendo verso l'imbocco della tombinatura.

A valle del Carlini, il tronco d'alveo oggetto di verifica è caratterizzato da due tratti sostanzialmente rettilinei con andamento prevalente N-S, separati da una doppia curva a forma di S, in prossimità del quale il corso d'acqua riceve il contributo del suo principale affluente rio Puggia; il primo tratto si sviluppa prevalentemente al di sotto di Via Isonzo con una sezione di forma rettangolare di larghezza variabile tra 2.5 m e 4 m circa e altezza variabile da 2 m a 2.5 m circa, con una pendenza media del 2.2% circa, il secondo si sviluppa al di sotto di Via Vernazzola, con una pendenza media dell'1% circa.

La sezione di deflusso è parzialmente ostruita dalla presenza del bauletto di protezione del collettore principale della rete fognaria nera; in prossimità della confluenza con il rio Puggia è presente un'ostruzione della sezione dovuta alla presenza di una traversa per la captazione delle acque nere in periodo di magra di cui è tuttavia prevista l'eliminazione.

Risultati

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ($Fr=1$) nelle due sezioni di estremità.

Le verifiche hanno evidenziato l'insufficienza di tutto il tratto al deflusso di portate di piena con tempo di ritorno inferiore a 50 anni, con la messa in pressione della tombinatura.

La portata massima smaltibile in condizioni d'incipiente pressione lungo l'intero tratto risulta pari a circa 20 m³/s, cui è associabile un tempo di ritorno dell'ordine dei 10 anni.

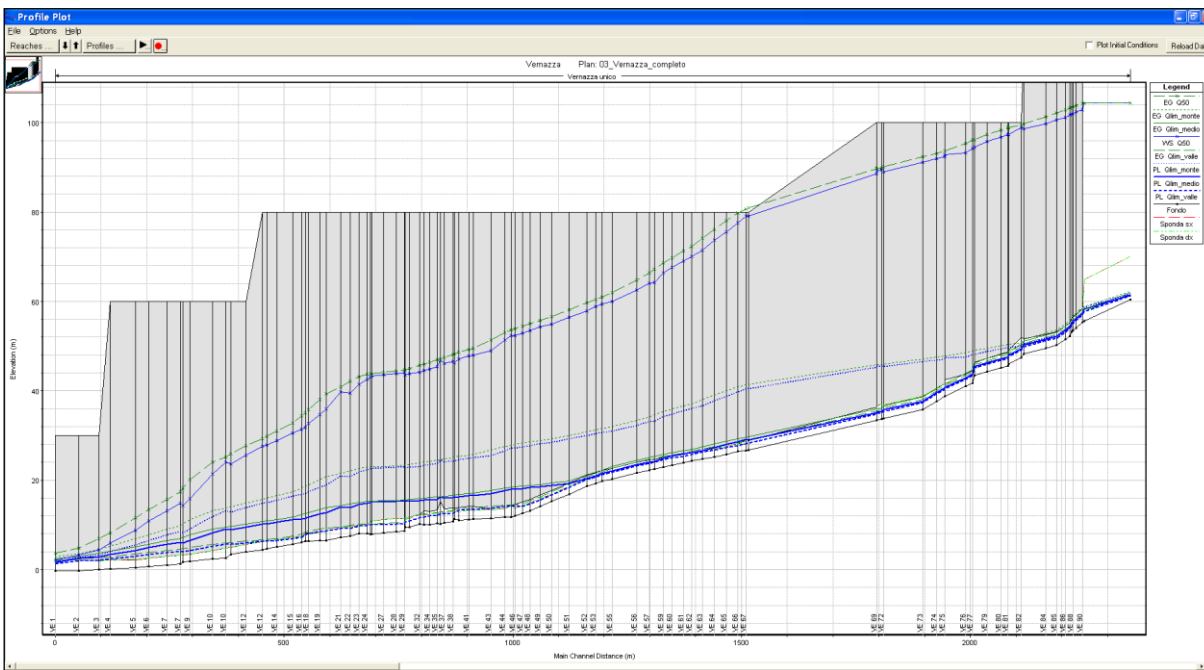


Figura 1: profili nella tombinatura modellata come “lid infinitamente alto”

In seguito, sono stati analizzati alcuni potenziali scenari di esondazione individuando diverse sezioni critiche lungo la tombinatura. In ogni scenario, la portata eccedente quella smaltibile a pelo libero è stata diffusa nelle zone circostanti, mediante una modellazione 2D, basata su rilievo LIDAR.



Figura 2: modellazione 2D della diffusione dell’esondazione per Tr=200 anni

La mappatura della pericolosità idraulica nasce dell’inviluppo dei risultati ottenuti nei vari scenari.

I risultati della modellazione sono stati poi verificati in sito, aggiustando i limiti dell'area sulla base della topografia dei luoghi; si evidenzia che nella maggior parte dei casi il limite delle fasce è costituito da una discontinuità morfologica.

Per tale ragione, la simulazione con portata duecentennale, restituisce lo stesso limite di area inondata, sebbene, naturalmente, con valori di tirante massimo maggiore.

Il rio Vernazza è interessato dal progetto del comune di Genova per le “*Opere d'adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla*”, come meglio specificato nel Piano degli interventi.

La realizzazione dell'opera di deviazione consente di ridurre la portata di piena 200-ennale da 65 m³/s a 47 m³/s nel tratto a valle dell'immissione del rio Puggia e da 52 m³/s a 30 m³/s nel tratto a monte; analogamente la portata di piena 50-ennale si riduce da 52 mc/s a 37 m³/s nel tratto a valle dell'immissione del rio Puggia e da 41 m³/s a 24 m³/s nel tratto a monte.

3.3.2.2.11 Rio Lagaccio (aggiunto con DSG 18/2023)

Il rio Lagaccio è uno dei rivi del centro storico di Genova; tranne la parte apicale, che presenta ancora caratteristiche naturali, il bacino risulta fortemente antropizzato e per la quasi totalità del suo percorso il rio risulta tombinato, con canalizzazioni realizzate in tempi successivi e con modalità costruttive eterogenee.

Il rio è stato oggetto di uno studio idraulico di dettaglio, realizzato nel 2022 dalla società Majone & Partners Engineering, su incarico diretto del Settore Assetto del territorio della Regione.

Tenuto conto della complessità della modellazione di un corso d'acqua in buona parte tombinato e inserito in un contesto fortemente urbanizzato, è stato implementato un modello idraulico 1D-2D sviluppato appositamente per i corsi d'acqua coperti.

Anche l'analisi idrologica è stata particolarmente affinata al fine di riprodurre correttamente la formazione dell'onda di piena in un bacino fortemente urbanizzato e quindi influenzata dal funzionamento delle reti di fognatura bianca.

Inoltre è stata particolarmente curata la realizzazione del DTM, definendo nel dettaglio gli elementi significativi per la valutazione della dinamica delle portate esondate

I risultati dello studio hanno dimostrato una criticità diffusa sull'intero tratto già per portata con tempo di ritorno pari a 50 anni e pertanto sono state individuate le relative aree inondabili per i tre consueti tempi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni; sono stati inoltre individuati gli ambiti normativi di fascia B, ai sensi della DGR 91/2013.

Per tutti i dettagli sullo studio si rimanda alla relativa relazione idraulica, pubblicata nella pagina degli allegati tecnici, sul sito dei piani di bacino.

3.4 Principali criticità dell'area

3.4.1 Criticità geomorfologiche

Sono qui riportate le sintesi relative alle criticità fenomenologiche individuate nella zona di interesse.

In particolare, nell'ambito del presente studio, sono state individuate sia criticità di tipo generale che caratterizzano l'area nel suo complesso, sia criticità particolari connesse appunto a condizioni peculiari.

Per quanto riguarda le criticità di tipo generale sicuramente l'aspetto più evidente è dato dalla presenza di estesi settori di versante caratterizzati da marcate caratteristiche predisponenti a dissesti di tipo superficiale che interessano sostanzialmente le coperture detritiche e gli orizzonti più superficiali del substrato roccioso alterato e/o decompresso.

Questi fenomeni franosi si verificano anche in coltri molto sottili (<1 metro) ed il numero dei dissesti per unità di superficie può diventare rilevante soprattutto in relazione all'intensità delle piogge.

Non trascurabile è il ruolo prodotto dalle piogge cumulate che possono determinare, in relazione alle diverse intensità di pioggia e soprattutto in corrispondenza delle coltri più significative (>1 metro) e delle frane preesistenti, l'innescamento (o riattivazione) di fenomeni maggiormente estesi e relativamente più profondi.

Tale comportamento è stato più volte osservato, anche in Liguria, soprattutto in corrispondenza di eventi pluviometrici rari (evento ott 1970, set 1992, nov 2000).

Nell'area di interesse in corrispondenza dell'evento pluviometrico del 1992 (unico evento di taratura disponibile nella zona di studio) nel bacino del T. Nervi si sono verificate numerose frane (~8 frane/km²) di tipo superficiale talché lungo l'asta principale si è sviluppato un trasporto solido importante stimato dell'ordine di circa 12.000 m³ (così come si deduce dagli studi relativi al Piano della Costa).

Per quanto concerne le frane di tipo esteso e profondo si rileva che nell'area di interesse non si riscontrano quelle situazioni che, invece, sono così marcate in altre zone del genovesato (es. Bacino del T. Bisagno).

Nella zona di studio i movimenti profondi sono sostanzialmente riconducibili a D.G.PV. e le situazioni più evidenti si osservano sulla sponda sinistra del medio bacino del T. Nervi, nell'alto e medio bacino del T. Sori e, lungo la costa, nei settori medio-bassi del versante di Pieve Alta, nel comune di Pieve Ligure.

Per tali situazioni le criticità sono soprattutto, almeno nelle attuali condizioni ambientali, connesse a potenziali attivazioni di movimenti "figli" mentre riattivazioni in toto dei movimenti osservati hanno bassa probabilità di accadimento.

Nel contesto dell'area di studio, inoltre, si sono osservate una serie di specifiche criticità connesse a peculiari situazioni: rientrano in quest'ambito quei settori di versanti interessati da fenomeni franosi ricorrenti (selezionati sia sulla base di informazioni documentali sia in relazione alla presenza di più evidenti indicatori geomorfologici) ed una serie di situazioni direttamente connesse ad interventi antropici (ex cave, riporti e discariche, tagli stradali, altro) che costituiscono elementi o situazioni di potenziale criticità.

Le criticità principali connesse a movimenti franosi ricorrenti sono:

- la franosità che interessa i settori inferiori del versante di Pieve Alta (zona compresa tra impianti sportivi e SS Aurelia) che dal 1926 ad oggi ha subito 5 rimobilizzazioni e che solo parzialmente è stata bonificata;
- le frane presso gli abitati di Levà e Capreno per alcune porzioni delle quali sono stati osservati indicatori morfologici evidenti che testimoniano una certa ricorrenza dei movimenti anche se ad oggi non si hanno informazioni documentali che evidenzino una loro marcata attività negli ultimi 50 anni.

Le criticità connesse, invece, a interventi antropici riguardano quelle situazioni peculiari che hanno modificato, direttamente o indirettamente l'assetto naturale ed il potenziale comportamento del territorio.

Le pareti di ex cava costituiscono nel contesto delle aree urbane e periurbane un elemento di criticità elevata.

Tale criticità è ampiamente documentata da eventi già avvenuti nella città di Genova che testimoniano gli effetti negativi producibili da crolli e scivolamenti anche localizzati.

Il caso più noto è il dissesto avvenuto in Via Digione che ha provocato 19 vittime residenti in un unico edificio.

Riguardo alle criticità legate alla presenza di terrapieni e, più in particolare, alla presenza di discariche intravallive si rileva che il dissesto potenziale è soprattutto connesso alla possibile instabilità delle scarpate di valle ed alla probabile perdita di efficienza delle strutture per il deflusso delle acque e più in particolare delle tombinature di fondo.

L'eventuale inefficienza (crollo, ostruzione in genere) delle tombinature di fondo può determinare collassi e cedimenti dei terrapieni soprattutto laddove il grado di compattazione del materiale abbancato può risultare non adeguato.

Le discariche di inerti presenti nel Bacino del T. Poggio (a monte dell'abitato di Bogliasco) e nel Bacino del T. Sori (presso l'abitato di Teriasca) costituiscono nell'area di interesse gli elementi di criticità più evidenti (in rapporto alle dimensioni dei due manufatti) ed eventuali dissesti possono indirettamente interferire con gli abitati posti a valle.

In tal senso occorre rilevare che per la discarica di Bogliasco sono stati già da tempo avviati interventi di bonifica della scarpata di valle e delle strutture per lo smaltimento delle acque anche alla luce delle problematiche già verificatesi a seguito della formazione di un lago temporaneo di laminazione conseguente all'evento alluvionale del 1992, mentre per la discarica di Teriasca è stato realizzato un progetto in fase definitiva inerente gli interventi di sistemazione

idrogeologica ed eliminazione delle criticità geotecniche relative alla discarica del Rio Cortino nei Comuni di Sori e Pieve Ligure, ad oggi in attesa di finanziamento.

I tagli stradali costituiscono un ulteriore elemento di criticità che, soprattutto in corrispondenza di fronti con altezze importanti, posso costituire causa di dissesti anche significativi.

Rispetto a tale criticità le situazioni più rilevanti si osservano nel Bacino del T. Sori soprattutto in corrispondenza del tratto stradale di cornice Uscio-Apparizione.

Un aspetto non trascurabile della criticità antropica osservata soprattutto in ambiente urbanizzato in modo continuo è dato da una tipologia di dissesto connessa al crollo di opere di sostegno.

Nella città di Genova in particolare, dove una parte importante dell'urbanizzato occupa zone collinari, si sono verificati, soprattutto in corrispondenza di periodi piovosi, crolli di opere di contenimento poste a monte o a valle degli edifici.

Tale fenomenologia di tipo puntuale che si è verificata in modo casuale nell'area metropolitana, costituisce comunque una criticità con un rischio associato elevato.

3.4.2 Aree inondabili e criticità idrauliche

La mappatura delle aree inondabili è attività complessa ed articolata che mira a simulare la propagazione dei volumi d'acqua esondati sulle aree prossime al corso d'acqua interessato e, seppur sviluppata attraverso metodologie "semplificate" che non si avvalgono di modelli matematici sofisticati di propagazione dei volumi esondati, deve comunque prefigurare scenari d'evento in grado di definire le possibili dinamiche d'inondazione.

La redazione della carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate è stata effettuata su tutti i bacini per i quali sono disponibili verifiche idrauliche estese in moto permanente gradualmente variato.

Per il rio Vernazza, pur disponendo di verifiche di tipo esteso, non è stato possibile tradurre l'insufficienza idraulica della sua tombinatura, in una mappatura realistica delle aree inondabili. Ciò a causa delle caratteristiche geometriche dell'asta principale del rio che risulta tombinata per tutto il tratto terminale a partire da Corso Europa fino allo sbocco a mare, con notevoli profondità di posa e assenza d'aperture e/o collegamenti in superficie.

La mappatura delle aree inondabili è stata fatta individuando, per ogni sezione o tratto d'argine soggetto ad esondazione, la relativa area d'influenza attraverso il confronto fra la quota del pelo libero e le quote della viabilità e delle aree circostanti.

Ai fini dell'interpretazione dei risultati va sottolineato che la metodologia semplificata applicata è da considerarsi cautelativa in quanto non tiene conto degli effetti di laminazione dell'alveo e delle aree inondate e degli effetti dovuti alla propagazione del relativo idrogramma di piena.

Pertanto la mappatura effettuata consente l'individuazione dell'involuppo delle aree *potenzialmente interessate da fenomeni d'inondazione* durante eventi di piena con tempo di

ritorno assegnato; in pratica ciò significa che durante i singoli eventi l'inondazione non interessa contemporaneamente tutte le aree mappate.

Tale procedura è perciò da intendersi quale strumento conoscitivo di base del Piano Stralcio per quanto riguarda il rischio di inondazione, la valutazione dei risultati, debitamente integrati con opportuni studi di scenario e di vulnerabilità, è di fondamentale importanza per l'avvio delle azioni proprie della programmazione territoriale finalizzate alla mitigazione degli squilibri connessi al rischio idrogeologico ed idraulico in particolare.

Dove non erano disponibili sezioni idrauliche adeguate ad una verifica in moto permanente si è proceduto alla determinazione delle criticità idrauliche attraverso l'analisi e l'interpretazione delle verifiche a carattere locale in relazione alle caratteristiche delle zone interessate dagli effetti di fenomeni d'esondazione localizzata.

Ciò è anche in parte dovuto alle ridotte dimensioni dei corsi d'acqua che non consentono una vera e propria mappatura sulla base cartografica regionale in scala 1:5000.

Ai risultati numerici delle verifiche sono state associate una serie di criticità differenziate in funzione della morfologia dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti.

Le criticità idrauliche sono state riportate anche nelle schede del **Piano degli interventi di mitigazione del rischio**.

In tali schede per ogni criticità è riportata l'ubicazione e una breve descrizione con evidenziato il tempo di ritorno della portata critica.

3.5 Determinazione delle fasce fluviali

A seguito della mappatura delle aree inondabili sono state definite le seguenti *fasce fluviali* come riportate nella Carta delle fasce fluviali:

- Una prima fascia, la più stretta, di colore azzurro, è quella relativa all'alveo attivo, interessato da portate di magra o di morbida, solitamente frequenti e prive di alcun rischio;
- La seconda fascia, colorata in rosso (Fascia A) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 50 anni;
- La terza fascia, segnata in giallo (Fascia B) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- La quarta fascia, colorata in verde (Fascia C) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 500 anni. Ad essa si è accompagnata, quando più esterna, la perimetrazione delle aree storicamente inondate, rilevate come esposto al paragrafo 3.3.1; tali integrazioni sono colorate in verde più chiaro.

In questa carta sono riportate le criticità idrauliche derivanti da verifiche idrauliche su opere puntuali che risultano insufficienti al deflusso, evidenziando a quale tempo di ritorno è riferita la criticità con cerchi di colore rosso, giallo e verde..

In accordo con i criteri dell'Autorità di bacino regionale, inoltre, le aree inondate approvate con DGR 59/2015, laddove più esterne alle vigenti aree di fascia A e non siano state adeguatamente approfondite sulla base di studi idraulici aggiornati ovvero non siano presenti elementi che consentano già una definizione dei corrispondenti livelli di pericolosità, sono state classificate come *“aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche”*, con normativa associata di tipo A* (cfr art. 12, c.2, lett a1, punto 4) delle NdA). Nel caso in esame si tratta in particolare di aree nella zona dei rivi del centro storico.

Resta fermo che, sulla base di ulteriori studi ed approfondimenti, circa la cause e gli effetti delle inondazioni avvenute, possano essere apportati eventuali ulteriori aggiornamenti degli scenari di inondabilità in termini di tempo di ritorno.

Nei casi in cui le aree ex DGR 59/2015 sono più ampie delle fasce A dei piani vigenti, ma ci fossero elementi che indicassero l'opportunità di modificare la precedente perimetrazione per renderla maggiormente coerente con l'effettivo stato dei luoghi, ovvero siano già classificabili in termini di periodo di ritorno, anche sulla base di valutazioni tecniche, senza necessità di ulteriori approfondimenti modellistici, si è provveduto a modificare direttamente la carta delle fasce di inondabilità. È il caso in particolare del tratto focivo del rio Vernazzola o del t. Nervi, dove le limitatissime porzioni di aree inondate nell'evento 2014 esterne alle fasce A già perimetrate, sono state inserite nella fasce A stesse, quale migliore specificazione.

3.6 Considerazioni sul trasporto solido

Nell'ambito del presente lavoro le valutazioni relative al trasporto solido derivano da una serie di osservazioni di carattere generale e da una serie di informazioni ad oggi disponibili.

Le osservazioni geomorfologiche hanno evidenziato che estesi settori di versante sono potenzialmente predisposti a erosione diffusa ed a movimenti franosi superficiali.

Tale situazione è osservabile soprattutto alla testata dei diversi bacini presenti nell'area di interesse ed appare più marcata per quei bacini di più estese dimensioni (T. Nervi e T. Sori).

In tali bacini sussistono le condizioni predisponenti per l'innescò di fenomeni tipo debris-flow e/o mud-flow (pendenza del torrente >15°, sufficienti dimensioni areali del bacino, materiale detritico disponibile lungo i versanti). Nella realtà non si rilevano segni evidenti di attività connessa a trasporto di massa (accumuli anomali, conoidi).

Tale assenza può essere ragionevolmente spiegata considerando che le coltri presenti nell'area di studio, sono generalmente caratterizzate da elevate percentuali di materiale fine; conseguentemente è verosimile ipotizzare che la componente di trasporto di torbida sia preponderante sulla componente grossolana.

Relativamente al bacino del Nervi i dati ad oggi disponibili evidenziano che il fenomeno del trasporto solido appare significativo e strettamente correlato all'innescò di movimenti franosi superficiali sui versanti.

In particolare durante gli eventi del 28 settembre 1991 e 27 settembre 1992 sul bacino del torrente Nervi si sono verificate un numero significativo di frane superficiali: ciò ha consentito di stimare una quantità dei volumi mobilizzati pari a circa 12.000 m³.

Di tale volume si è stimato (mediante valutazioni sui volumi invasati dalle numerose briglie) che solo il 15% circa rappresenta il volume grossolano mobilizzatosi in occasione degli eventi sopraindicati*.

La situazione osservata sul bacino del Nervi può essere assunta, in prima approssimazione, come rappresentativa del comportamento dei bacini presenti nell'area di interesse almeno in condizioni di eventi non rari ovvero paragonabili a quello verificatosi nel settembre del 1992.

Di fatto anche in corrispondenza del T. Poggio e del T. Sori non si rilevano depositi alluvionali importati né depositi anomali di materiale grossolano.

3 RISCHIO IDROGEOLOGICO

3.1 Premessa

Il Rischio (R) esprime il “danno atteso” e dipende pertanto dal “danno potenziale” che può essere prodotto dall'evento e dalla probabilità d'occorrenza del movimento franoso e/o d'inondazione. Il rischio pertanto è definito secondo la seguente espressione formale:

$$R_{\text{totale}} = E * V * P$$

Nell'ambito di valutazioni del rischio la definizione a priori di una soglia d'accettabilità del rischio e delle diverse classi di riferimento, costituiscono problematica assai complessa. In particolare, la definizione di una soglia di rischio accettabile che presuppone adeguate analisi di tollerabilità, è indispensabile per decidere i criteri di gestione del rischio stesso.

Una valutazione semplificata del rischio può essere comunque attuata anche nell'ambito di studi di area vasta al fine di giungere, seppur in forma preliminare, ad un primo livello di zonazione delle situazioni di rischio.

In tal senso nel presente studio la valutazione del rischio è stata ottenuta, così come riportato dalle Raccomandazioni della Regione Liguria, dall'incrocio delle carte della Suscettività al dissesto e/o delle fasce fluviali (P) con le diverse categorie di elementi antropici (E) presenti ed assumendo un valore unitario della vulnerabilità (V).

3.2 Determinazione del rischio geomorfologico

La determinazione del rischio da frana è stata ottenuta facendo riferimento alla matrice sviluppata e proposta dal Comitato Tecnico di Bacino Regionale. In Particolare il rischio è stato

* l'evento pluviometrico del '92 è stato caratterizzato da piogge con tempi di ritorno $T < 30$ anni

valutato confrontando le classi di pericolosità con le classi degli elementi a rischio secondo il seguente schema:

Elementi a rischio	Suscettività al dissesto dei versanti				
	PG0 Suscettività molto bassa	PG1 Suscettività bassa	PG2 Suscettività media	PG3 Suscettività elevata	PG4 Suscettività molto elevata
E0	R0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R1	R2	R3
E2	R0	R1	R2	R3	R4
E3	R0	R1	R2	R4	R4

Tab. 1: Schema utilizzato per la valutazione del rischio

In tale matrice le diverse classi di elementi a rischio sono state individuate sulla base del diverso grado d'urbanizzazione e sulla conoscenza dell'uso del suolo. In particolare sono state individuate le seguenti classi:

- **Classe E₃**: Centri abitati; insediamenti industriali e commerciali importanti; beni architettonici, storici ed artistici; infrastrutture viarie principali; servizi di rilevante interesse sociale.
- **Classe E₂**: Nuclei abitati minori; insediamenti industriali, commerciali ed artigianali minori; infrastrutture viarie secondarie.
- **Classe E₁**: Edifici isolati, infrastrutture viarie minori, zone agricole o a verde pubblico.
- **Classe E₀**: Aree disabitate o improduttive.

Dalla matrice sono state ottenute le seguenti classi di rischio:

- **R0**: rischio nullo o trascurabile
- **R1**: rischio moderato
- **R2**: rischio medio
- **R3**: rischio elevato
- **R4**: rischio molto elevato

I risultati delle analisi del rischio sono stati riportati nella relativa cartografia dove sostanzialmente il territorio esaminato, è stato suddiviso in diverse classi di rischio relativamente alle criticità osservate (Suscettività al dissesto) ed al danno potenziale, derivante dall'interazione dei fenomeni con il tessuto antropico.

La carta è stata realizzata secondo lo schema riportato nel precedente paragrafo; alle valutazioni del rischio, riportate nella cartografia, non sono state associate né informazioni riguardanti la vulnerabilità specifica dei diversi elementi antropici, né informazioni relative a scenari evolutivi complessi (es: interazione versante-fondovalle, frane con dinamica di sviluppo complessa).

Riguardo le situazioni di rischio per le quali sono state in passato realizzate opere di bonifica, non sono state effettuate, nell'ambito della presente indagine, verifiche sull'efficacia ed efficienza delle opere già eseguite e sul *relativo rischio residuale* attualmente vigente.

Le informazioni riportate nella presente carta sono riferibili, perciò, ad un primo livello informativo del rischio da frana che assume validità e significato nell'ambito di studi di *area vasta* mentre non fornisce informazioni adeguate e significative a scala puntuale o di dettaglio.

Dall'esame della carta si rilevano le seguenti situazioni:

1. gran parte delle zone ricadenti nell'area di studio sono caratterizzate da rischio potenziale trascurabile (R0) e moderato (R1): ciò è strettamente connesso al fatto che una percentuale molto elevata delle zone di versante sono non abitate o improduttive;
2. ricadono nella classe R2 (rischio potenziale medio) alcuni tratti della falesia costiera e gran parte dei versanti costieri compresi tra S. Ilario e Polanesi nonché quei settori di versante interessati dalla presenza di *centri abitati* o *nuclei abitati* ricadenti in zone

- caratterizzate da *media* suscettività al dissesto oppure quei settori scarsamente antropizzati ma ricadenti in zone interessate da frane non attive (suscettività *elevata*);
3. rientrano nella classe R3 (rischio potenziale alto) alcune zone urbanizzate (nuclei abitati) ricadenti in zone interessate da frane non attive oppure quelle aree che seppure caratterizzate da una ridotta urbanizzazione sono interessate da frane attive o comunque frequentemente riattivate.

Rientrano in questa classe di rischio, nel Bacino del T. Sori, l'abitato di Levà, l'abitato di Capreno, la parte settentrionale dell'abitato di Sussisa e limitati settori di versante caratterizzati dalla presenza di elementi a rischio E2 ed E1 ricadenti in zone a Suscettività al dissesto da *elevata* a *molto elevata*.

Ricadono, inoltre, in classe R3 l'abitato di Sessarego ed un'area posta in prossimità della località Buggi nel Bacino del T. Poggio, parte dell'abitato di Pieve Ligure e dell'abitato di S. Ilario

4. le zone classificate in R4 (rischio potenziale molto elevato) sono, nell'area d'interesse, alquanto limitate: rientrano in tale classe parte del basso versante posto nella zona orientale nel Comune di Pieve Ligure e limitati tratti della rete stradale ed autostradale.

Sono state classificate nell'ambito di classi *speciali* di rischio quelle fenomenologie e situazioni specifiche in cui gli interventi antropici hanno modificato profondamente l'originario assetto naturale dei luoghi; in particolare sono state inserite in classe speciale le cave attive e le discariche in esercizio, nonché le ex cave e le discariche dismesse.

3.3 Determinazione del rischio idraulico

Per quanto riguarda la determinazione del rischio idraulico si è fatto riferimento al tempo di ritorno della portata di massima piena.

Sono stati individuati essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).

Il rischio idraulico è stato determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente sviluppata e proposta dal Comitato Tecnico di Bacino Regionale.

ELEMENTI A RISCHIO	PERICOLOSITA' (aree inondabili)			
	P0 T > 500	P1 200 < T < 500 fascia C	P2 50 < T < 200 fascia B	P3 T < 50 fascia A
E0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R2	R3
E2	R0	R2	R3	R4
E3	R0	R2	R4	R4

In tale matrice le diverse classi di elementi a rischio **E** e le classi di rischio **R** sono le stesse già descritte per il rischio di frana.

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (**R₃** ed **R₄**) solo per i tempi di ritorno 200-ennale e 50-ennale coerentemente con l'obiettivo postosi dalla pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni.

La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure di protezione civile.

4 AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico (Regio Decreto n. 3267/1923), originariamente perimetrare dal Corpo Forestale dello Stato su base cartografica I.G.M. in scala 1:25.000, sono state riportate su cartografia aggiornata C.T.R. alla scala 1:10.000 al fine di renderne più leggibili i contorni e ridurre il margine interpretativo.

A tale scopo si sono utilizzate le mappature originali e le *declaratorie* che descrivevano a parole i confini delle aree soggette a vincolo; per la trasposizione si è tenuto come obiettivo quello di appoggiare detti confini ad oggetti morfologici precisi, come corsi d'acqua o crinali, o a manufatti facilmente riconoscibili anche su cartografia, come strade o muri di contenimento.

In alcuni casi, ove non è stato possibile utilizzare un elemento di quelli citati, si sono seguite linee catastali, perlopiù strade vicinali, utilizzando come base la cartografia catastale.

Solo in limitate circostanze, in particolare in presenza di infrastrutture come nuove strade o autostrade, ci si è discostati sensibilmente dal tracciato originario per seguire un limite più definito e stabile.