



REGIONE LIGURIA



Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Settentrionale

TORRENTE POLCEVERA

PIANI DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

(ai sensi dell'art. 1, comma1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)

RELAZIONE GENERALE



PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n.14 del 02/04/2003
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. 435 del 28/01/2021
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 7 del 17/02/2021 – parte II

SOMMARIO

0	PREMESSE	1
1	QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	5
1.1	QUADRO ISTITUZIONALE E NORMATIVO DI RIFERIMENTO	5
1.2	DATI UTILIZZATI	7
2	CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO	8
2.1	GEOGRAFIA	8
2.2	GEOLOGIA	15
2.3	GEOMORFOLOGIA	17
2.3.1	<i>Acclività dei versanti ed orientamento dei versanti</i>	18
2.3.2	<i>Caratterizzazione della roccia e delle coperture</i>	20
2.3.3	<i>Frane attive e franosità diffusa</i>	21
2.3.4	<i>Analisi geomorfologica di dettaglio per il bacino del Torrente Verde</i>	37
2.3.5	<i>Aree in erosione</i>	52
2.3.6	<i>Depositi alluvionali frange pedemontane</i>	54
2.3.7	<i>Aree carsiche e grotte</i>	54
2.3.8	<i>Cave e miniere</i>	57
2.3.9	<i>Sbancamenti e riporti</i>	81
2.3.10	<i>Riordino del Vincolo Idrogeologico</i>	81
2.4	IDROGEOLOGIA	81
2.4.1	<i>Permeabilità e caratteristiche idrogeologiche</i>	81
2.4.2	<i>Carta idrogeologica o della permeabilità</i>	82
2.4.3	<i>Modalità di circolazione dell'acqua nel sottosuolo</i>	82
2.4.4	<i>Comportamenti idrogeologici delle litologie affioranti nel bacino</i>	83
2.5	USO DEL SUOLO	87
2.5.1	<i>Metodologia di studio</i>	87
2.5.2	<i>Analisi delle categorie</i>	89
2.5.3	<i>Indice di efficienza idrogeologica attribuito alle classi di uso del suolo</i>	94
2.6	DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA	96
2.7	IDROLOGIA DI PIENA	96
2.7.1	<i>Inquadramento geografico</i>	97
2.7.2	<i>Pluviometria</i>	100
2.7.3	<i>Valutazione delle portate di massima piena annuale</i>	110
3	PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	126
3.1	PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO (SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DI VERSANTI)	126
3.1.1	<i>Metodologia applicata</i>	126
3.1.2	<i>Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti</i>	131
3.1.3	<i>Descrizione criticità dei dissesti geomorfologici</i>	131
3.2	PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO	149
3.2.1	<i>Aree storicamente inondate</i>	149
3.2.2	<i>Verifiche idrauliche</i>	149
3.2.3	<i>Fasce di inondabilità</i>	158
3.2.4	<i>Fascia di riassetto fluviale</i>	159
3.2.5	<i>Descrizione criticità idrauliche</i>	159
4	RISCHIO IDROGEOLOGICO	199
4.1	ELEMENTI A RISCHIO	199
4.2	RISCHIO IDROGEOLOGICO – METODOLOGIA APPLICATA	199
4.2.1	<i>Rischio idraulico</i>	200
4.2.2	<i>Rischio geologico</i>	200
	BIBLIOGRAFIA	202

0 PREMESSE

I piani di bacino, secondo quanto previsto dalla L.R. n°9/93, nascono per integrare tutte le conoscenze sul bacino, anche al fine di affrontare in modo multidisciplinare le problematiche idrauliche, geologiche, ambientali, urbanistiche e legate all'uso del territorio. I Piani di Bacino allargano l'orizzonte pianificatorio infatti, studiano un territorio che non è chiuso entro i confini amministrativi, ma è definito da linee naturali (i confini del bacino idrografico), rilevando la complessità dei fenomeni, antropici e non solo, e delle relazioni che li legano.

La struttura del piano di bacino, così come previsto dalle leggi vigenti tuttavia rende necessari studi molto complessi ed onerosi, non ottenibili in tempi brevi, rischiando così di ritardare l'efficacia dello strumento stesso anche per temi particolarmente urgenti.

La decisione, presa dall'Amministrazione Provinciale è stata quindi quella di predisporre i piani di bacino secondo stralci relativi a settori funzionali che devono in ogni caso costituire fasi sequenziali ed interrelate con i contenuti generali dei piani, come previsto dalla L. n°493/93, onde dotare tempestivamente i soggetti competenti di efficaci strumenti di governo del territorio per fronteggiare adeguatamente le emergenze cui la Provincia di Genova è frequentemente assoggettata.

Tali stralci, anche secondo quanto suggerito nei "Contenuti generali e finalità" dei Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino ed in considerazione degli ulteriori criteri più recenti, redatti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale, riguardano in particolare i seguenti temi:

- rischio geologico,
- situazione geologico - geomorfologica,
- rischio idraulico,
- definizione delle fasce fluviali,
- compatibilità attività estrattive
- revisione dei vincoli

Per la predisposizione del piano di bacino stralcio del Torrente Polcevera, nella sua prima redazione approvata, ai sensi della L. 183/89, con Delibera del Consiglio Provinciale n. 14 del 02/04/2003 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004 si sono resi necessari studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio, alle problematiche e criticità del bacino ed alla cartografia del piano, che sono stati affidati ad un gruppo interdisciplinare di professionisti (in ogni gruppo è stata richiesta la presenza di almeno un geologo, un ingegnere idraulico, un forestale, un agronomo, un naturalista) al fine di definire, anche mediante apposita cartografia, il quadro conoscitivo completo ed organico su cui basare le scelte generali di politica di bacino in rapporto a tutte le azioni gestionali.

Successivamente l'Amministrazione Provinciale previa la validazione dei dati effettuata a campione e l'integrazione del materiale elaborato da parte di alcuni giovani neolaureati e diplomati assunti a tempo determinato mediante lo strumento del Cantiere Scuola-Lavoro, acquisito il parere del Comitato Tecnico Provinciale, ha elaborato le linee della pianificazione, comprensive di una sintesi degli aspetti economici e finanziari, ha analizzato i canali di finanziamento possibili e stimato la loro prevedibile alimentazione, ha definito le modalità di attuazione del piano con norme, vincoli e direttive finalizzate a regolamentare le azioni ed i comportamenti dei soggetti operanti nel bacino, ha formulato i programmi di attuazione del Piano stralcio.

I piani stralcio infatti, seppure riguardanti specifiche materie di indagine e problematiche particolari, assumono, naturalmente, i medesimi obiettivi ed adottano le medesime strategie generali della pianificazione integrata di bacino, quantomeno per tutti gli aspetti rilevanti, in modo che sia assicurata la mutua coerenza delle specifiche azioni sul bacino.

Il bacino del torrente Polcevera rientra nell' "Ambito n. 13 Polcevera" così come individuato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 94 del 21 novembre 1990.

L'elaborazione del presente piano di bacino stralcio adempie a quanto indicato nel DPR del 18/07/1995 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino" ed è intesa ad adeguarsi a quanto stabilito dall'art. 8 della L.R. n°9/93 che , in conformità alla L. n°183/89, agli artt. 2 e 15 detta le attività programmatiche e di pianificazione relative ai piani di bacino idrografico.

Si evidenzia che la redazione degli studi propedeutici relativi al sotto-bacino del torrente Verde è stata completata in epoca antecedente all'emanazione delle Raccomandazioni e dei criteri dell'Autorità di bacino regionale ed è stata avviata esclusivamente sulla base di uno specifico finanziamento provinciale, in rapporto al fatto che l'Amministrazione Provinciale ha ritenuto tale bacino significativo sotto il profilo della collocazione ed in rapporto alla concentrazione di criticità tematiche in esso ricadenti conseguenti degli eventi alluvionali del 1992 e 1993.

A seguito del contributo istruttorio espresso dal Comitato Tecnico di Bacino e trasmesso dall'Autorità di bacino regionale con nota n. PG/2012/149200 del 22/10/2012, si è provveduto ad una revisione del Piano sia a livello normativo che cartografico, al fine di omogeneizzare la metodologia di redazione della Pianificazione di bacino su tutto il territorio provinciale, andando nell'ottica di un "Piano di bacino per la tutela dal rischio idrogeologico", riallineando quindi i contenuti del Piano di bacino, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 14 del 02/04/2003 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004, ai criteri approvati a partire dal 2001 da parte dell'Autorità di bacino regionale.

Il Piano di Bacino Stralcio del torrente Polcevera approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 14 del 02/04/2003 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004 è stato elaborato dalla Provincia di Genova, che si è avvalsa del parere del Comitato Tecnico Provinciale, composto dai seguenti membri:

Ing. Paolo TIZZONI - Presidente, Dr. Geol. Mauro LOMBARDI - Provincia di Genova, Arch. Pierpaolo TOMIOLO - Provincia di Genova, Dott. Agr. Claudio CELLA - Comunità Montana Valli Aveto-Graveglia-Sturla, Dott. Adriano BIAMONTI - Comunità Montana Argentea, Geom. Mauro VIGO - Comunità Montana Alta Val Polcevera, Geom. Sergio PIERGALLINI - Comunità Montana Alta Val Trebbia, Geom. Angelo ALISMO - Comunità Montana Valli Stura ed Orba, Geom. Giovanni GARAVENTA - Comunità Montana Fontanabuona, Dott. Geol. Pierluigi TIMOSSI - Comunità Montana Alta Valle Scrivia, P.A. Aldo MASSA - Comunità Montana Val Petronio, Dott. Geol. Michele BONFANTE esperto in materie geologiche, Prof. Paolo BARTOLINI esperto in materia di ingegneria idraulica, Dott. Nat. Ilda VAGGE esperta in discipline naturalistiche, Dott.ssa Valeria FLORIS segretaria.

Gli studi propedeutici al Piano sono stati eseguiti per il bacino del torrente Verde da un Gruppo interdisciplinari composto da:

Renato FANCELLO, informatico (coordinatore); Gianfranco BUCCIANI, geologo; Marco TACCINI, ingegnere idraulico; Daniela MINETTI, naturalista; Giuliano CERVI, architetto; Lorenzo MONTEVERDE, forestale; Guido VITALI, agronomo; Aldo GRANDE, perito agrario; ed è stata completata in epoca antecedente all'emanazione delle raccomandazioni del Comitato Tecnico Regionale che costituiscono elemento integrativo su "specifici problemi di valenza regionale" ai "criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino"; ciò ha comportato una necessaria elaborazione ed integrazione dei suddetti studi da parte degli uffici della Provincia per renderli conformi a quanto indicato dalle raccomandazioni regionali, che peraltro sono state utilizzate negli studi propedeutici relativi alle restanti porzioni del bacino.

Per la restante parte di bacino del torrente Polcevera da un raggruppamento temporaneo di Imprese composto da: HYDRODATA S.p.A. e BETA Studio S.r.l.

Il Comitato è stato supportato dall'ufficio Programmazione e Gestione Piani di Bacino dell'Area 06 dell'Amministrazione Provinciale, composto dal Dott. Geol. Aurelio GIUFFRÈ, dal Dott. Geol. Stefano ODDONE, dall'Arch. Clara STERLICK, dal Dott. Geol. Lorenza CASALE, dal Dott. Geol. Maria FERRANDO, dal Dott. Paolo SPOTORNO e dall'Ing. Emanuela MARAGLINO, coadiuvati a tempo parziale dal Geom. Fabrizio BRICHETTO.

Hanno collaborato alla redazione del Piano l'Arch. Paola DEFFERRARI, lavoratore socialmente utile, la Dott. geol. Francesca BATTINI, consulente esperto in materie geologiche e l'Arch. Milena FERRANDO, consulente esperta in Sistemi GIS, il Dott. Geol. Alessandro Tomaselli, la Dott. geol. Michela RACCOSTA, la Dott. ing. Daniela SCHEMBRI, il Dott. ing. Paolo PERSICO e il Dott. ing. Enrico POLLAROLO.

Per l'opera di validazione a campione, adeguamento ed assemblaggio degli studi propedeutici sono stati utilizzati i seguenti laureati e diplomati assunti a tempo determinato mediante lo strumento dei Cantieri Scuola-Lavoro: Dott. Geol. Marco ALFANI, Dott. Geol. Barbara MUSANTE; Dott. Geol. Alessandro SACCHINI, Arch. Anna UTKE, Arch. Maria Cristina FLORIAN, Ing. Sara DELUCCHI, Ing. Alessia BRANCA, Ing. Chiara PERASSO, Ing. Michela TOGNETTI, Dott. For. Livia BOTTO, Dott. For. Raffaella CHIAPPA, Dott. Nat. Romina BROCCANELLI, Dott. Nat. Andrea BALDI, Dott. Nat. Laura CUNEO, Geom. Alessandro PROVELLI, Geom. Michele DE LUCA; Geom. Roberta MOSCATELLI; Dott. Ing. Maria PAGANELLI; Dott. Ing. Daniela SCHEMBRI; Arch. Paola GAMBALE; Geom. Girolamo DERACO; Geom. Matteo GARBARINO; Arch. Barbara GARRONE; Biol. Barbara SANFILIPPO; Biol. Chiara BELOTTI e Dott. For. Alessio PERCIVALE.

Il Commissario Straordinario della Provincia di Genova con i poteri della Giunta Provinciale ha adottato con D.G.P. n. 177 del 29/12/2014 la variante sostanziale relativa al Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Polcevera, pubblicata sul BURL il 28/01/2015.

In vigore dall'8 aprile 2014, la Legge n. 56 del 7 aprile 2014 "Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni"(c.d. legge Delrio) ridisegna confini e competenze dell'amministrazione locale.

Tale legge prevede che a partir e dal 1° gennaio 2015 la Città Metropolitana di Genova subentra alla Provincia di Genova e ne esercita le funzioni. Il territorio della Città metropolitana coincide con quello della provincia omonima.

Gli organi della Città metropolitana sono il sindaco metropolitano, il consiglio metropolitano e la conferenza metropolitana. Il sindaco metropolitano è di diritto il sindaco del comune capoluogo.

La presente edizione del Piano, predisposta ai sensi del D.L. 180/98 e s.m.i. su richiesta dell'Autorità di Bacino regionale, è stata aggiornata dall'Ufficio pianificazione territoriale della Città Metropolitana di Genova -Direzione 3- con la supervisione del Direttore di Direzione ed approvata con DCM n.26 del 25/06/2015.

Il 1° luglio 2015 entra in vigore la L.R. n.15 del 10 aprile 2015 che ridisegna il quadro delle competenze e delle funzioni in materia di difesa del suolo relativamente a Regione, Città Metropolitana e Province.

Pertanto, a partire da tale data, il presente Piano è aggiornato, ai sensi della suddetta L.R.15/2015, dal Dipartimento Territorio – Settore Assetto del Territorio della Regione Liguria.

1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

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 e più in generale da tutte le normative che definiscono l'ordinamento istituzionale, le attribuzioni di competenza e le relative responsabilità delle istituzioni rappresentate nelle Autorità di Bacino.

In particolare, la legge 183/1989 «Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo», oggi abrogata dal D.Lgs. 152/2006, definisce finalità, strumenti e modalità dell'azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo, introducendo importanti innovazioni nella normativa vigente e soprattutto nella filosofia con cui affrontare in maniera più integrata ed organica il complessivo delle azioni intese a pianificare «il bacino».

Inoltre, ai sensi anche della L.R. 36/97, il Piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, vincola, nelle indicazioni di carattere prescrittivo, la pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale con effetto di integrazione della stessa e, in caso di contrasto, di prevalenza su di essa.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino di rilievo regionale, il primo riferimento, in ordine temporale, è costituito dalla legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9, di cui alcuni articoli sono stati abrogati dalla legge regionale 21 giugno 1999, n. 18.

L'assetto dell'Autorità di bacino di rilievo regionale istituito con la L.R. 9/93 è stato modificato dapprima con la L.R. 18/99 e poi, più recentemente, dalla legge regionale 4 dicembre 2009 n. 58 che ha di fatto soppresso i Comitati tecnici preesistenti istituendo un unico Comitato tecnico di bacino e nuovi percorsi e tempistiche per l'approvazione dei piani e delle loro varianti.

Tali criteri sono peraltro stati integrati nel tempo e formano oggi un mosaico complesso di determinazioni volte ad omogeneizzare e migliorare l'attività pianificatoria in campo regionale.

Di questo corso di leggi occorre, in questa fase della pianificazione di bacino, sottolineare la legge 4 dicembre 1993, n. 493 ed in particolare l'art. 12 che integra l'art.17 della L.n.183/1989 con il comma 6 ter che recita: «I Piani di Bacino idrografico possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali ed interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3» (richiama l'art. 17 della legge 18 maggio 1989, n. 183).

Risulta necessario infine richiamare il D.Lgs. n. 152/2006 che ha rivisto le norme in materia ambientale.

Di seguito, viene riportata la tabella 1.1 in cui sono indicate le principali leggi relative alla pianificazione di bacino o comunque ad essa collegate.

Tabella 1.1: Riferimenti normativi attinenti la pianificazione di bacino

R.D. 523/1904	Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
D. lgs. lgt. 1019/1918	Modificazioni e aggiunte al D.L. Lgt. 4/10/1917 n. 1679, recante provvedimenti per opere pubbliche a favore di varie province del regno
R.D.L. 3267/1923	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani
Legge 319/1976	Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
D.P.R. 236/1988	Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/1987, n. 183
Legge 183/1989	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
D.P.C.M. 23/3/1990	Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18/5/1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
Legge 142/1990	Riforma delle autonomie locali
Legge 253/1990	Disposizioni integrative alla legge 183/1989, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
L.R. 9/1993	Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della L. 18/5/1989 n. 183
Legge 236/1993	Interventi urgenti a sostegno dell'occupazione
Decreto legislativo 275/1993	Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche
Legge 493/1993	Disposizioni per l'accelerazione degli investimenti ed il sostegno dell'occupazione e per la semplificazione dei procedimenti in materia edilizia
Legge 36/1994	Disposizioni in materia di risorse idriche
Legge 37/1994	Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche
L.R. 45/1994	Norme in materia di sicurezza urbana da rischi idrogeologici
Legge 97/1994	Nuove disposizioni per le zone montane
Legge 22/1995	Interventi urgenti a favore delle zone colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche e dagli eventi alluvionali nella prima decade del mese di novembre 1994
Legge 265/1995	Modifiche e conversione del D.L. 154 Aumento di alcune provvidenze del D.L. 691 ed ulteriori correzioni al D.L. 646
D.P.R. 18/7/1995	Criteri per la redazione dei Piani di bacino, atto di indirizzo e coordinamento
L.R. 46/1996	Norme finanziarie in materia di difesa del suolo ed ulteriori modifiche alla L.R. 28/1/1993 n. 9 (Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della L. 18/5/1989 n. 183). Modifiche alla L.R. 16/4/1984 n. 22 (Legge forestale regionale)
L.R. 36/1997	Legge urbanistica regionale
Legge 267/1998	Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania
Decreto legislativo 112/1998	art. 57 – Pianificazione territoriale di Coordinamento e pianificazione di settore, art. 87 – Approvazione Piani di bacino
L.R. 4/1999	Norme di foreste e di assetto idrogeologico
L.R. 18/1999	Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia
Legge 365/2000	Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000
Decreto legislativo 267/2000	Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali.
D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
D. lgs. 152/2006	Norme in materia ambientale.
L.R. 14/2006	Regime transitorio per l'esercizio delle funzioni delle Autorità di bacino di rilievo regionale ed interregionale.
L.R. 20/2006	Nuovo ordinamento dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure e riorganizzazione delle attività e degli organismi di pianificazione, programmazione, gestione e controllo in campo ambientale.

D.M. 14-01-2008	Norme tecniche per le costruzioni.
L.R. 58/2009	Modifiche all'assetto dell'Autorità di bacino.
L.R. 7/2011	Disciplina di riordino e razionalizzazione delle funzioni svolte dalle Comunità montane soppresse e norme di attuazione per la liquidazione.
L.R. 15/2015	Modifiche all'assetto dell'Autorità di bacino di rilievo regionale

Un 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 L. 262/99.

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.

Le attività previste dal DL 180/98 relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti tre 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). Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo, ma rappresenta una parte del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del quale risulterà quindi parte integrante, inteso come Piano di bacino completo.

Esso viene quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla L. R. 58/2009 e s.m.i..

Nell'ambito del presente Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, sono stati seguiti le raccomandazioni, i criteri e gli indirizzi emanati dall'Autorità di bacino regionale a partire dal 2001.

1.2 Dati utilizzati

Per la redazione del Piano sono stati utilizzati innanzi tutto i documenti testuali e cartografici relativi al Piano approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 14 del 02/04/2003 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004, successivamente le foto aeree in dotazione all'Amministrazione Provinciale ed alla Regione Liguria, le cartografie geologiche e geomorfologiche redatte dal Comune di Genova per la predisposizione del nuovo Piano Urbanistico Comunale adottato con DCC n. 92/2011, i dati interferometrici satellitari, la Cartografia del progetto CARG, SCAI, IFFI, insistenti sul territorio in esame.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 e scala 1:10.000 (in formato raster), che riporta il bacino nei fogli n° 213150, 213160, 213110, 213120, 214090, 213060, 213070, 213180, 213130 e 213140.

2 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

2.1 Geografia

Il bacino idrografico del torrente Polcevera risulta interamente compreso all'interno della provincia di Genova, inglobando parzialmente o completamente i territori comunali di Genova, S. Olcese, Campomorone, Serra Riccò, Mignanego e Ceranesi.

Si colloca in posizione Nord Ovest rispetto all'abitato della città di Genova e rimane compreso entro le seguenti sezioni a scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale (a partire da Nord verso Sud):

Monte delle Figne 213030	Busalla 213040
Praglia 213060	Campomorone213070
Serra Riccò 213080	Montoggio214050
Pontedecimo 213110	Sant'Olcese 213120
SestriPonente213150	Struppa 214090
Genova 213160	

Il bacino si colloca in una zona centrale del versante appenninico ligure, risultando delimitato da una serie di rilievi montuosi che, procedendo in senso orario, vengono qui sinteticamente elencati:

- a Nord s'incontrano in successione il monte Taccone (1113 m), il monte Lecco (1072 m), il monte Poggio (838 m), il Bric Montaldo (651 m) e il monte Cappellino (703 m), che separano il torrente Polcevera dalle confinanti val Lemme e valle Scrivia;
- a Est il monte Carossino (838 m), il monte Capanna (635 m), il monte Carmo (661 m), il monte Alpe (800 m), il monte Mezzano (637 m), il monte Butegna (565 m), il monte Crovo (518 m) il monte Corvo (534 m), il monte Tascee (461 m), il monte Bastia nord (447m) e sud (440m) e il crinale sormontato dai forti Diamante (672 m), Fratello Minore (644m) e Puin (507 m), si ergono a separazione ancora dalla valle Scrivia e dalla valle del torrente Bisagno;
- a Ovest, partendo da sud e risalendo verso nord, lo spartiacque tra il torrente Polcevera e i torrenti Chiaravagna, Varenna, Stura e Gorzente è delimitato dal Bric dei Corvi Sud (582 m), dal Bric Teiolo (660 m), dal Bric dei Corvi Nord (626 m), dal Bric di Pria Scugente (595 m), dal Bric Rondanino (608 m), dal Bric dell'Olmo (638 m), dal monte Proratado (926 m), dal monte Sejeu (958 m), dal monte Orditano (951 m), dal Bric Roncasci (840 m) ed infine dal Bric di Guana (961).

Il bacino sottende una superficie complessiva pari a 140 kmq, e raggiunge la sua quota massima sul livello del mare in corrispondenza della vetta del monte Taccone (1113 m); la val Polcevera ha andamento preferenziale N-S.

Il torrente Polcevera trae origine dalla confluenza del torrente Verde con il torrente Riccò, nei pressi del quartiere genovese di Pontedecimo, e l'asta principale, dopo un percorso di 17 km, sfocia in mare in prossimità della delegazione genovese di Cornigliano (figura 1).

Il bacino complessivo risulta composto dai seguenti sottobacini principali:

- il torrente Verde che presenta una superficie di 33 kmq e la cui asta principale, ad andamento preferenziale NW-SE, misura circa 10 km;
- il torrente Riccò, che trae origine dal Bric Montaldo; il bacino ha uno sviluppo di 21 kmq e la lunghezza dell'asta principale, ad andamento preferenziale NE-SW, raggiunge 8 km;
- il torrente Secca, affluente in sinistra orografica, ad andamento preferenziale NE-SW, che confluisce nel Polcevera in prossimità di Bolzaneto, sottendendo un'area di circa 45 kmq.
- I torrenti Burba, Trasta e Fegino sono gli affluenti minori in sponda destra, mentre il Geminiano e il Torbella rappresentano gli affluenti minori in sponda sinistra.

SUDDIVISIONE DEL T. VERDE:

Il bacino del t. Verde può essere suddiviso in 9 "ambiti" territoriali, che corrispondono generalmente ai principali sottobacini.

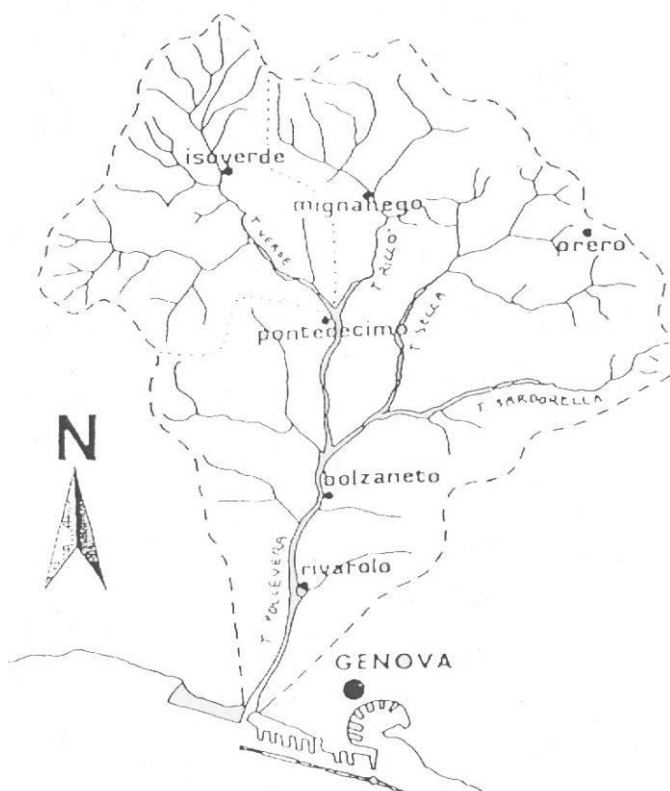
1 - SENASCI

Caratteristiche generali

L'ambito territoriale comprende il versante destro del rio S. Martino e torrente Verde, da Gazzolo a Pontedecimo, ed è interessato da una serie di piccoli sottobacini, al massimo terzo livello gerarchico. I principali sono il rio Senasci e il rio senza nome scende da Madonna dell'Orto (che brevità nel testo sarà nominato rio Madonna dell'Orto).

Questo ambito territoriale è così delimitato:

- a Nord Ovest e Nord Est dall'asta del rio S. Martino e del torrente Verde da Gazzolo a Pontedecimo;



del
di
che
per

● a Sud dal crinale di separazione con i bacini dei torrenti S. Biagio e Rusteghi che sale da Pontedecimo, passa per Caselle, Madonna dell'Orto, S. Pietro Superiore, raggiunge Gaiazza e infine l'abitato di Ceranesi (427 m);

● ad Ovest dal crinale che dall'abitato di Ceranesi scende con andamento SW-NE verso Gazzolo.

L'ambito territoriale si estende per circa 275 ettari nel territorio comunale di Ceranesi.

Punto più alto del bacino è l'abitato di Ceranesi con 427 m, mentre la foce del torrente Verde si trova a 86 m. All'interno del bacino del torrente Verde, il Senasci è uno degli ambiti ad acclività medio bassa.

I sottobacini interessati sono 12 a scarso sviluppo lineare; di questi, 3 sono affluenti del rio S. Martino e 9 del torrente Verde. Senasci e Madonna dell'Orto raggiungono il III ordine gerarchico, 2 sono di II ordine e 8 di I ordine.

2 - TORBI

Caratteristiche generali

Il rio dei Torbi è uno dei principali affluenti di destra del rio S. Martino, a sua volta tributario di destra del torrente Verde. L'ambito territoriale che lo comprende è così delimitato:

- a Nord dall'asta del rio S. Martino;
- ad Est dal crinale che da Gazzolo sale, con andamento NE-SW, verso l'abitato di Ceranesi (427 m) e poi prosegue verso Sud sino al monte Figogna (805,2 m), limite meridionale del bacino;
- a Sud dal crinale ovest che dal monte Figogna scende al passo di Lencisa (568,5 m) e poi risale con andamento SE-NW ai punti quotati 717,8 m e 740 m;
- infine ad Ovest è delimitato dal crinale che dal suddetto p. q. 740 m scende con andamento SW-NE sino all'asta del rio S. Martino che costituisce il limite Nord.

L'asta principale ha uno sviluppo di 2.540 m a partire dal passo di Lencisa con una pendenza media del 19,15 %.

L'ambito si estende per circa 302 ettari nel territorio comunale di Ceranesi. Punto più alto del bacino è il monte Figogna con 805,2 m, mentre la confluenza con il torrente S. Martino è situata a 191,6 m; l'altitudine media è pari a 465,84 m. L'acclività massima nel bacino è pari a 93,12 % per un'acclività media pari a 35,41 %. Nell'ambito del bacino del torrente Verde (valore medio 34,48 %) è uno dei sottobacini ad acclività medio alta. Concorrono a questa marcata acclività, in particolar modo, il versante destro e la zona di sinistra tra Lencisa e il p. q. 740 m.

Gli affluenti secondari del rio dei Torbi sono piccoli tributari a scarso sviluppo lineare, per lo più molto incisi e con pendenze accentuate. In numero di 7 di destra e 9 di sinistra, raggiungono al massimo il III ordine gerarchico.

3 - MAVASSO

Caratteristiche generali

Il rio Mavasso è un affluente di destra del rio S. Martino. Viene compresa nella descrizione di questo ambito, per omogeneità di copertura vegetazionale, anche la piccola valle del rio che scende dal punto quotato 525 m in prossimità di Cà di Bruzzi a confluire nel rio S. Martino poco a valle di Cà Molinari.

L'ambito territoriale così configurato è delimitato:

- a Nord dall'asta del rio S. Martino;
- ad Est dal crinale che, dall'asta del rio S. Martino, sale con andamento SW-NE sino al p.q. 733 m. separandolo dall'ambito del rio di Torbi;
- a Sud dal crinale Ovest che dal p.q. 733,5 m scende al p.q. 667,9 m e quindi risale con andamento ESE-WNW al punto quotato 802,0 m; tale crinale è anche il confine tra il bacino del torrente Verde e quello del torrente Varenna;
- infine ad Ovest è delimitato dal crinale che dal suddetto p.q. 802 m scende con andamento SW-NE sino all'asta del rio S. Martino a quota 257,5 m in prossimità del Canile di S. Martino di Paravanico.

L'asta principale che discende dal p.q. 802 m presenta uno sviluppo lineare pari a 1,74Km con una pendenza pari al 24,89 %. Il sottobacino si estende per circa 90 ha, mentre l'ambito territoriale interessa complessivamente 106 ettari nel territorio comunale di Ceranesi. Punto più alto dell'ambito territoriale è il punto quotato 802 m mentre la confluenza con il torrente S. Martino è quotata 259,11 m per il rio Mavasso e 228,4 m per il rio secondario con una quota media pari a circa 539 m. L'acclività massima è pari a 94,15 % per un valore medio pari a 40,94. Si presenta pertanto come un bacino dai versanti molto acclivi (media bacino 34,48 %).

Gli affluenti secondari del rio Mavasso sono piccoli tributari a scarso sviluppo lineare, molto incisi e con pendenze accentuate; in numero di 4 di destra e 3 di sinistra (trascorrendo i dendriti iniziali), raggiungono al massimo il II ordine gerarchico.

5 - S. MARTINO-VERSANTE SUD M. LARVEGO

Caratteristiche generali

Questo ambito territoriale comprende la serie di piccoli sottobacini che raggiungono al massimo il terzo livello gerarchico e che scendono dalle pendici del monte Larvego verso il rio S. Martino.

Risulta pertanto così delimitato:

- ✚ a Ovest dal crinale che dall'asta del rio S. Martino a quota 257,5 m in prossimità del Canile di S. Martino di Paravanico sale al monte Pesucco (672,9 m);
- ✚ a Nord dal crinale che dal monte Pesucco (672,9 m) scende all'abitato di Caffarella (474,5 m) risale al monte Larvego (503,3 m) per scendere a S. Stefano in .Larvego e a Montagnola sino al punto di confluenza tra il torrente Verde ed il rio S. Martino;
- ✚ a Sud e ad Est è delimitato dal rio S. Martino.

L'ambito territoriale si estende per circa 317 ettari nel territorio comunale di Ceranesi.

Punto più alto del bacino è il monte Pesucco con 672,9 m, mentre la confluenza tra il rio S. Martino e il torrente Verde è quotata 143,77 m.

Nell'ambito del bacino è uno dei sottobacini ad acclività medio bassa. Più acclive la zona prossima a monte Pesucco, molto più dolci le pendici di M. Larvego.

I sottobacini interessati sono 9 a scarso sviluppo lineare, per lo più molto incisi e con pendenze accentuate; uno soltanto raggiunge il III ordine gerarchico, 5 sono di II ordine e 3 di I ordine.

6 - GALLANETO

Caratteristiche generali

L'ambito territoriale del rio Gallaneto, che ricade quasi completamente nel Comune di Campomorone ad eccezione di una piccola superficie in prossimità di Prato del Gatto appartenente al Comune di Ceranesi, risulta così delimitato:

- a Est è chiuso dal crinale che dal Bric di Guana discende in direzione sud-est verso Casa Buzzano da cui risale sul M. Carmelo (532.2 m) per poi ridiscendere fino all'abitato di Isoverde; il confine prosegue poi lungo il rio d'Iso, attraversando Isoverde e successivamente le località Reborà, Campora, fino alla confluenza con il rio S. Martino;
- il confine Sud risale lungo il crinale e, oltrepassata località Montagnola, raggiunge il M. Larvego (503,3 m) e quindi ridiscende, passando attraverso l'abitato di Caffarella per poi risalire sul M. Pesucco (672 m) e piegare leggermente nord-ovest per chiudersi sul punto quotato a 837,1 m in prossimità di Prato del Gatto;
- il confine Ovest segue il crinale da quota 837,1 m e dopo aver passato il Bric Roncasci (839 m) scende fino al Passo Prato Leone (779 m) e quindi risale sul punto quotato 916,6 m e sul Bric di Guana (961,5 m) chiude il perimetro dell'ambito territoriale piegando leggermente in direzione nord-est.

Questo ambito territoriale presenta uno sviluppo superficiale molto ampio con un'area pari a 612 ha. Punto più alto del bacino è il Bric di Guana con 960 m, mentre la confluenza tra il torrente Verde e il rio S. Martino a Pontasso è quotata 143,77 m. Nell'ambito del bacino è uno degli ambiti ad acclività media: raggruppa infatti zone elevate ad accentuata pendenza nel settore di Nord Ovest e zone di scarsa quota e bassa acclività nel settore di Sud Est.

I sottobacini interessati sono 8 di cui il più rilevante è il Gallaneto (V ordine gerarchico) con un'area di 472 ha e un'acclività media pari a 36,99 %, mentre l'asta principale presenta una lunghezza di 3,90 Km e una pendenza media pari al 16,94 %. Gli altri sono invece a scarso sviluppo lineare, di questi 3 sono di II ordine e 4 di I ordine.

7 - ISO

Caratteristiche generali

Il bacino del rio d'Iso presenta uno sviluppo superficiale molto ampio rispetto agli ambiti territoriali presi in considerazione in questo elaborato sviluppandosi su di un'area pari a 618 ha.

Risulta così delimitato:

- ✚ a Nord è chiuso dallo spartiacque appenninico che in prossimità del Passo della Bocchetta segue il confine geografico con la Regione Piemonte e che si sviluppa passando attraverso il M. Lecco (1078 m) fino a raggiungere il M. Taccone (1113 m);
- ✚ ad Ovest il confine scende dal M. Taccone lungo il crinale attraverso i punti quotati 977,5 m e 960,2 m fino ad incontrare il Bric di Guana (961,5 m) per poi discendere in direzione sud-est passando lungo il crinale che, oltrepassato Casa Buzzano, risale sul M. Carmelo (532,2 m) e quindi raggiunge l'abitato di Isoverde;
- ✚ il confine Est risale invece da Isoverde lungo il crinale che adduce a M. Carlo (531 m) e quindi, passando per il M. Calvo (748 m), raggiunge la zona di Montasso in prossimità del Passo della Bocchetta dove si ricongiunge con il confine Nord già descritto.

Il punto di massima quota è rappresentato dal M. Taccone (1113 m) per raggiungere la quota minima di circa 200 m alla confluenza con il rio Gallaneto. Questo ambito territoriale è compreso nel Comune di Campomorone.

Costituiscono il rio d'Iso due rami principali, uno di sinistra lungo ma poco ramificato che scende dal M. Calvo e uno di destra che raccoglie a sua volta numerosi tributari di destra molto ramificati. Il rio d'Iso raggiunge pertanto il V ordine gerarchico. È da segnalare l'andamento del rio Gambette (III ordine) che, attraversando le zone carsiche a monte di Isoverde si perde scorrendo in profondità nel sottosuolo.

8 - RIZZOLO

Caratteristiche generali

La sponda idrografica sinistra del torrente Verde nella sua porzione iniziale e mediana presenta vari affluenti tra i quali si annoverano il rio Maggiore e il rio Rizzolo che per sviluppo lineare ed ampiezza di bacini idrografico assumono una certa importanza nella individuazione dei parametri idrologici.

Il perimetro, ricadente nel comune di Campomorone, è così delimitato:

- ⇒ a Nord Ovest dal M. Calvo (748,2 m) segue, in direzione Sud il crinale che poi risale a quota 561,1 m e si chiude sul Rio d'Iso percorrendo la cresta e quindi la cima di M. Carlo (351,2 m);
- ⇒ a Est si sviluppa lungo il crinale che discende dal M. Calvo fino ad incontrare il paese di Pietralavezzara per poi risalire sul Bric Bastia e ridiscendere fino a Campomorone alla confluenza del Rio Gioventina nel Torrente Verde;
- ⇒ a Sud Ovest il confine coincide con il Torrente Verde.

L'ambito territoriale presenta una superficie di 282 ettari con il punto di quota massima posto a 748 m sul M. Calvo mentre la confluenza tra il torrente Verde e il rio Gioventina è quotata 100,57 m. Nell'ambito del bacino è uno degli ambiti ad acclività medio bassa.

Gli affluenti secondari compresi in questo tratto del versante sinistro del torrente Verde, sono 14 di cui quelli con sviluppo lineare più significativi sono il rio Maggiore (II ordine) e il rio Rizzolo (III ordine).

9 - GIOVENTINA

Caratteristiche generali

L'ambito territoriale del Gioventina si estende per una superficie di circa 338 ettari e rappresenta il confine Est del bacino del torrente Verde. Comprende oltre all'ambito del rio Gioventina anche gli ultimi due rii che scendono dal crinale di Cesino verso Campomorone e Pontedecimo.

Tutta la superficie dell'ambito è compresa nel Comune di Campomorone ed è delimitata:

- a Nord dal crinale che si diparte dal Bric Bastia (574,1 m), per poi passare sui punti quotati 541,3 m, 499,7 m e 385,4 m in prossimità della Casa Frizzoni;
- a Est il crinale passa per i punti quotati 414,3 m e 377,5 m, incontra la Cappelletta della Madonna delle Vigne (526,0 m) e risale sul M. Passeise (367,2 m) il cui crinale discende fino al torrente Verde passando per il paese di Cesino;
- il confine Ovest è rappresentato dal crinale che discende dal Bric Bastia fino ad incontrare l'abitato di Langasco per poi svilupparsi su due punti quotati 359,6 m e 326,6 m per poi raggiungere il torrente Verde che segna il confine Sud.

L'asta principale (IV ordine gerarchico) ha uno sviluppo di 3,98 Km a partire dal Bric Bastia (574,1 m) quota massima dell'ambito fino a confluire nel torrente Verde all'altezza dell'abitato di Campomorone alla quota di 109,4 m.

Gli affluenti secondari del Rio Gioventina sono 11 sia di sponda destra e 10 di sponda sinistra con sviluppo lineare generalmente ridotto. Sono tutti di I e II ordine gerarchico tranne il ramo che scende da Pietralavezzara che raggiunge il III ordine.

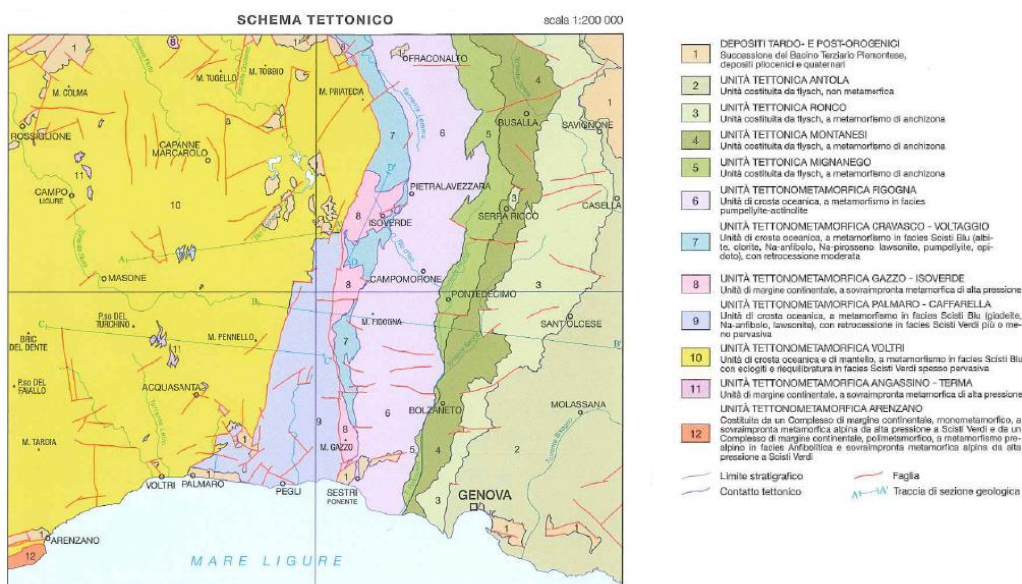
2.2 Geologia

Relativamente agli aspetti strettamente geologici del bacino del t. Polcevera, si è fatto riferimento alla cartografia ed alle note illustrative del “Foglio Genova” nell’ambito del progetto nazionale “CARG” (il “Progetto CARG” =CARTografia Geologica, avviato nel 1988, prevede la realizzazione di fogli geologici e geotematici, alla scala 1:50.000, per la copertura dell’intero territorio nazionale).

L’area compresa nel “Foglio Genova” è da sempre considerata un’area di transizione tra la catena Alpina e quella Appenninica. Le Alpi liguri sono caratterizzate dalla sovrapposizione di Unità di crosta oceanica e di mantello, rappresentate da:

- Unità tettonometamorfica Antola
- Unità tettonometamorfica Ronco
- Unità tettonometamorfica Montanesi
- Unità tettonometamorfica Mignanego
- Unità tettonometamorfica Figogna
- Unità tettonometamorfica Cravasco-Voltaggio
- Unità tettonometamorfica Gazzo-Isoverde
- Unità tettonometamorfica Palmaro-Caffarella
- Unità tettonometamorfica Voltri.

Alle Unità di crosta oceanica sono state associate unità le cui caratteristiche litologiche suggeriscono derivazione da un margine continentale, rappresentate dalle Unità Gazzo-Isoverde ed Angassino-Terma. In particolare, le Unità tettonometamorfica Figogna, Cravasco-Voltaggio, Gazzo-Isoverde e Palmaro-Caffarella, oltre ai depositi quaternari e pliocenici, interessano il bacino del t. Polcevera. Per semplificazione, viene riportato lo schema tettonico allegato alle cartografie del progetto CARG.



Nel redigere la carta geolitologica, sono state accorpate le litologie simili presenti nelle unità sopra riportate (ad es. tutti gli argilloscisti insieme) secondo il seguente schema:

Carta geolitologica "Piano di bacino"	CARG
Argille	Argille di Ortovero
Argilliti	Argilliti di Montoggio
Gessi	Gessi del Rio Riasso
Calcescisti	Calcescisti della Val Branega + Quarzoscisti di S. Alberto + Calcescisti del Turchino + Quarziti di Case Tavernino
Metabasiti	Metabasalti della Val Varenna + Metabasiti di Rossiglione + Metabasalti di Cravasco + Metabasalti del Monte Figogna
Metagabbri	Metagabbri del Bric Fagaggia + Metagabbri di Carpenara + Metagabbri eclogitici della Colma + Metagabbri di Gheresi + Metagabbri di Rocca Crescione + Metagabbri di Monte Lecco
Serpentiniti	Serpentiniti di S. Carlo Cese + Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente + Serpentiniti di Case Bardane + Serpentiniti del Bric dei Corvi
Lherzoliti-peridotiti	Peridotiti lherzolitiche del monte Tobbio
Brecce	Brecce della Costa di Cravara + Metaoficalciti di Pietralavezzara + Brecce di San Pietro ai Prati
Conglomerati	Formazione di Molare + Conglomerati di Savignone
Calcarei marnosi (e flysch)	formazione del Monte Antola
Argilloscisti	Argilliti di Montanesi + Argilliti di Mignanego + formazione di Ronco + Argilloscisti di Costagiutta + Argilloscisti di Murta + metacalcari di Erzelli + Scisti filladici del monte Larvego + Meta-argilliti di Bessega
Diaspri	Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia + Metasedimenti silicei dell' Osteria dello zucchero
Calcarei	Calcarei di Voltaggio + Calcarei di Lencisa + Calcarei di Gallaneto
Dolomie	Dolomie del Monte Gazzo

Per la descrizione specifica di ogni litologia si rimanda alle "note illustrative" allegate al foglio Genova. Nella carta geolitologica sono stati riportati dalla carta CARG solo gli affioramenti che presentano un'estensione minima pari a mezzo ettaro.

Esaminando la "carta geolitologica" emerge che il bacino è caratterizzata da una serie di litologie disposte longitudinalmente rispetto al corso d'acqua.

Partendo dal mare (Cornigliano) e risalendo lungo i versanti in sponda destra, passando per M. Figogna fino al Passo della Bocchetta, si individuano le litologie appartenenti all'Unità di Monte Figogna (si tratta essenzialmente di argilloscisti, come quelli di Murta e di Costagiutta, ad es.). Ad ovest di tale Unità, all'altezza dei bacini del Rio San Martino e del Rio di Iso, invece, prevalgono le Unità Gazzo-Isoverde (calcarei metamorfici e gessi) e Cravasco-Voltaggio (metagabbri e metabasiti). La restante parte del bacino del Polcevera, partendo quindi da Sampierdarena, attraversando i versanti in sponda sinistra fino al Passo dei Giovi, è caratterizzata, iniziando da est verso ovest, dall'Unità Antola e da Unità a basso metamorfismo come l'Unità Ronco, l'Unità Montanesi e l'Unità Mignanego.

2.3 Geomorfologia

Il bacino in esame costituisce una regione di media montagna e di colline, con una modesta pianura alluvionale in corrispondenza del settore medio-inferiore del torrente Polcevera, quest'ultima irregolarmente terrazzata.

La quota massima è costituita dai 1113 m s.l.m. del monte Taccone alla testata del torrente Verde. Lo spartiacque occidentale e nord-occidentale, verso i bacini dei torrenti Stura di Ovada, Piota e Lemme, presenta le alture più elevate, per lo più al di sopra dei 900 m (tratto monte Lecco – monte Pennello); lo spartiacque orientale e nord-orientale è invece costituito da rilievi prevalentemente collinari con altezze comprese tra 450 e 650 m, e corrisponde in parte con quello destro del torrente Bisagno: verso il mare, esso si biforca a costituire l'anfiteatro montuoso che occupa il centro storico di Genova.

Il corso del torrente Polcevera e il suo affluente torrente Secca hanno andamento ortogonale alla linea di costa (NNE-SSW), con un ampio "ventaglio di formazione".

I versanti hanno andamento ripido, con pendenza media, dal crinale al fondovalle o alla linea di costa dell'ordine del 20-25%. I corsi d'acqua del settore superiore del bacino, più attivi di quelli del meno acclive versante padano, hanno arretrato per erosione regressiva le loro testate, spostando lo spartiacque verso nord e catturando talora parte dei bacini del versante settentrionale. In particolare gli studi pregressi concordano nell'individuare per tutti i corsi d'acqua del settore superiore del bacino una situazione di marcato ringiovanimento del reticolo, evidenziato da accentuati fenomeni di erosione di sponda e di fondo, causa di frequenti instabilità dei versanti montani afferenti al fondovalle.

Gli allineamenti orografici presentano marcate discontinuità e, ad eccezione degli spartiacque principali del bacino, non sono riconoscibili allineamenti dei crinali di separazione regolari e continui tra i diversi sottobacini.

L'irregolarità dei caratteri fisiografici sopra descritti deriva principalmente dalla complessità dell'assetto strutturale della regione, dalla varietà dei litotipi affioranti e dalla successione degli eventi geologici posteriori alla sua emersione. Gli aspetti morfologici del territorio sono essenzialmente in accordo con le condizioni climatiche attuali; non sono riconoscibili morfologie relitte riferibili ad andamenti climatici fortemente differenti, con particolare riferimento ai periodi glaciali.

Le variazioni di acclività sui versanti, anche se in taluni casi sfumata e graduale per la presenza di coltri detritiche, sono dovute, oltre ai processi legati al fenomeno di ringiovanimento, alla diversa risposta ai processi erosivi da parte delle litologie presenti nel bacino.

Particolarmente evidente, circa il rapporto morfologia – condizioni litologiche, è il contrasto che contraddistingue, nella parte orientale del bacino, la massa prevalentemente argillosa (Argille a Palombini del Passo della Bocchetta, Argilliti di Mignanego, Argilliti di Montanesi, Formazione di Ronco, Argilliti di Montoggio) dai sovrastanti Calcari del Flysch dell'Antola, con evidenti scarpate in prossimità del contatto.

Per quanto riguarda le formazioni argillose, queste danno luogo a forme dolci e arrotondate, in particolare laddove i versanti in argilliti hanno raggiunto attraverso movimenti successivi angoli di equilibrio modesti, in prevalenza attorno ai 20°.

Altrettanto peculiare è la morfologia legata ai settori di affioramento del complesso ofiolitico nel settore occidentale del bacino, caratterizzata da rilievi salienti con versanti aspri e dirupati, spesso privi di vegetazione, mentre il limitrofo complesso delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta forma rilievi più arrotondati e depressi rispetto ai precedenti.

In relazione ai diversi aspetti morfologici che caratterizzano l'area in esame, sono stati analizzati prevalentemente gli elementi caratteristici d'instabilità geomorfologica. In particolare sono stati analizzati e identificati nel dettaglio:

- l'andamento areale delle coltri e delle caratteristiche generali di comportamento in relazione alle diverse litologie di substrato;
- le forme ed i processi geomorfologici connessi alla gravità;
- le forme ed i processi legati all'azione delle acque correnti superficiali;
- l'esame dei fenomeni antropici che determinano un'elevata influenza sulla stabilità dei versanti.

E' questo il caso delle frane e dei collassi di versante, delle esondazioni e dei processi erosivi lungo i corsi d'acqua, fenomeni che prendono solitamente l'avvio dal convergere di più fattori. Molti sono determinati da cause naturali, altri vedono il contributo dell'azione dell'uomo: i fattori scatenanti possono essere infatti legati a particolari aspetti geologici della zona, ad eventi idrometeorologici di eccezionale intensità, mentre in altri casi si osserva la marcata impronta dell'attività umana, con l'alterazione di equilibri a volte precari, l'eliminazione della vegetazione e di drenaggi naturali, l'edificazione in aree morfologicamente non idonee o la non corretta gestione del patrimonio forestale.

Nella carta geomorfologica sono state prese in considerazione ed evidenziate con opportune simbologie tutte le fenomenologie, naturali o causate dall'intervento umano, che modificano la superficie del territorio e ne causano l'evoluzione.

L'esame del territorio è stato innanzi tutto effettuato mediante l'analisi delle varie stesure di fotogrammetria aerea eseguite da anni per diverse occasioni e finalità dai diversi Enti preposti alla tutela del territorio; l'esame critico di questi strumenti permette anche di seguire nel tempo l'evoluzione dei principali fenomeni e di trarne valutazioni e prospezioni per prevederne la futura dinamica.

Una successiva fase di rilievo e taratura sul terreno consente quindi di approfondire i dati ricavati e di verificarne l'attendibilità, anche incrociandoli con dati cartografici e non, tratti da lavori e pubblicazioni che riguardano la zona in esame.

2.3.1 Acclività dei versanti ed orientamento dei versanti

Nell'ambito delle cartografie di base si è ritenuto utile inserire anche il tematismo dell'acclività dei versanti per l'implicazione che tale parametro può avere nei confronti della stabilità ed in riferimento agli eventi franosi pregressi, onde consentire un'analisi il più completa possibile delle cause che li hanno generati.

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, secondo la seguente classificazione:

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

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.

In generale le classi ampiamente più rappresentate sono la 3°, 4° e 5° (tra il 20 e il 75%), seguono la 1°, la 2° e la 6° classe mentre le porzioni di territorio caratterizzate da un'acclività > del 100% sono in numero decisamente poco rilevante e concentrate nelle zone di testata di alcuni corsi d'acqua.

Analogamente agli studi già effettuati in passato su bacini liguri si è ritenuto di inserire tra le carte di base anche la carta dell'orientamento dei versanti in quanto carta che può fornire indicazioni utili per un successivo approfondimento di carattere pedologico finalizzato alla stabilità dei suoli ed all'uso dei suoli specialmente collegato all'agricoltura.

Questo tipo di cartografia tematica è stata ricavata dal modello digitale del terreno derivato da una matrice regolare con passo di 40 metri ottenuta dai punti di georeferenziazione delle ortofoto digitali del Progetto IT2000 da Regione Liguria

Per la redazione di questa carta sono state scelte otto classi di orientamento; dalla elaborazione di questa carta risulta evidente come, data la disposizione generale del bacino, vi sia una grande prevalenza di versanti disposti attorno E e W, subordinatamente attorno S e solo in minima parte verso N.

Questo elaborato è finalizzato ad un incrocio di dati con la carta vegetazionale e per l'eventuale, successiva redazione di una carta pedologica o di utilizzo dei suoli; si è tuttavia del parere che, considerando il tipo di clima caratteristico dell'areale ligure e il tipo di litologie presenti nel bacino, l'esposizione dei versanti non abbia una decisiva influenza nello sviluppo pedogenetico dei suoli.

Tale ipotesi è confortata anche dai risultati prodotti da precedenti studi (cfr. piano di Bacino del torr. Leiro); in questo studio si evidenziava una decisiva influenza del substrato roccioso nella composizione dei suoli, trattandosi perlopiù di terreni assai poco sviluppati, e gli effetti riconducibili all'esposizione del versante si riducevano nella maggioranza dei casi a modeste variazioni di potenza dell'orizzonte B, ove esso è presente.

In ogni caso, la futura redazione di una carta pedologica, su questo ed altri bacini, potrà ulteriormente affinare le risultanze finora emerse; in questa ottica la redazione della carta di orientamento è comunque utile, anche per gli eventuali risvolti nei confronti degli assetti insediativi del territorio.

2.3.2 Caratterizzazione della roccia e delle coperture

2.3.2.1 Roccia affiorante e sub-affiorante

Nel bacino del torrente Polcevera l'estensione delle zone caratterizzate da roccia affiorante e sub-affiorante, ovvero interessate da una copertura detritica eluvio-colluviale sottile con spessori fino a 0.5-1 metro, è molto variabile arealmente.

In generale gli ammassi rocciosi presenti sono caratterizzati da ridotte caratteristiche meccaniche, talché questi sono stati classificati come ammassi in scadenti condizioni di conservazione, alterati e/o particolarmente fratturati rispetto al pendio.

In particolare mentre per i litotipi a componente argillosa le ridotte caratteristiche litotecniche sono determinate prevalentemente da fenomeni di alterazione e dalla struttura scistosa degli ammassi, per i litotipi calcarei rilevante è l'influenza della fratturazione. Nella formazione dei Calcari del Flysch dell'Antola, infatti, anche laddove l'andamento della giacitura degli strati risulta favorevole rispetto all'orientazione dei versanti, si registra comunque la presenza di diverse famiglie di fratture lungo le quali sono possibili cinematismi di blocchi isolati o di porzioni anche rilevanti dell'ammasso roccioso, che interessano gli strati più superficiali spesso alterati e decompressi.

Tale comportamento trova conferma nell'evoluzione di molti dei versanti in calcari dove le coperture detritiche rappresentano spesso il risultato di fenomeni di modellamento dei versanti per antichi fenomeni di crollo o scivolamento lungo le fratture presenti dell'ammasso roccioso.

La presenza di roccia affiorante ovvero di depositi detritici superficiali rappresenta parametri importanti nella valutazione e caratterizzazione della stabilità dei versanti.

Sono stati, perciò, distinti settori a prevalente roccia affiorante ed aree con copertura detritica. Quest'ultima è stata distinta, inoltre, in base agli spessori.

Le aree caratterizzate dalla presenza di roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino ad 1 metro di spessore, sono state suddivise in quattro classi:

- ➡ **"Ro"** nel caso in cui la roccia subaffiorante si presenti con caratteristiche strutturali e tessiturali non visibili;
- ➡ **"R"** nel caso in cui il substrato roccioso, affiorante e/o subaffiorante, mostri una disposizione favorevole o indifferente alla stabilità delle proprie strutture (strati e fratture) rispetto al pendio
- ➡ **"Rs"** nel caso di disposizione sfavorevole di dette strutture
- ➡ **"Rf"** nel caso, molto più comune rispetto al precedente, di substrato in scadenti condizioni di conservazione, alterato e fratturato e/o con ricorrente variabilità giaciturale

I diversi settori sono stati campiti mediante valutazioni puntuali ed analisi su aree campione dove è stato individuato il comportamento prevalente dei diversi litotipi di substrato.

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

2.3.2.2 Coperture detritiche

Nel contesto del bacino significativa è la presenza di coltri detritiche: si tratta in prevalenza di depositi di pendio riferibili a eluvium, colluvium e detrito di falda ma che spesso possono risultare

anche correlabili ad antichi accumuli di frana, che, in relazione a successivi fenomeni di modellamento, anche di natura antropica, non rivelano, ad oggi, indicatori certi della genesi originaria. Per tali situazioni è perciò spesso assai opinabile l'inquadramento di tali accumuli detritici nell'ambito dei movimenti franosi in senso stretto, visto la rilevante incertezza associata all'individuazione e classificazione di tali fenomeni.

La presenza di estese zone di detrito è da imputare, oltreché ai più comuni effetti del processo di peneplanizzazione per alterazione ed erosione dei versanti, agevolati dall'acclività e dalle particolari caratteristiche di erodibilità delle formazioni sedimentarie presenti per carattere litologico e strutturale con intensa laminazione e fratturazione (depositi eluvio-colluviali), agli effetti di instabilità dei versanti prodotti da un'intensa dinamica quaternaria connessa ai sollevamenti tettonici dell'area, allo sviluppo di lineazioni tettoniche, ai possibili effetti di paleosismicità ed alle variazioni del livello di base dei corsi d'acqua legati all'eustatismo di carattere glaciale. Questi effetti sono rappresentati dagli accumuli di frana antica o paleofrana rilevati in tutto l'ambito territoriale di riferimento, con dimensioni che variano per estensione e per potenza.

La presenza di depositi detritici superficiali 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, inoltre, 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.

2.3.2.3 Depositi eluvio-colluviali

La composizione dei depositi eluviali e colluviali è legata a quella dell'ammasso roccioso di origine. Data la prevalenza delle formazioni a carattere argilloso e flyschoidi, la composizione risulta generalmente argillosa-siltosa con presenza abbondante di scheletro e clasti di natura eterogenea, prevalentemente scaglie e blocchi di scisti argillosi.

Va sottolineato, inoltre, che l'elevata predisposizione alla disgregazione ed alterazione delle argilliti, degli argilloscisti e dei marnoscisti spesso non permette una distinzione netta tra il terreno di copertura ed il substrato roccioso resistente. In tali terreni generalmente si riscontra la presenza di uno strato intermedio d'alterazione (il "cappellaccio"), talvolta di potenza elevata, le cui caratteristiche meccaniche sono scadenti e paragonabili a quelle dei terreni di copertura.

L'intensa fratturazione, diffusa nel litotipo calcareo marnoso ed arenaceo, che costituisce i rilievi dello spartiacque orientale del bacino, è responsabile di fenomeni di erosione e crollo che danno origine ad estesi e potenti accumuli detritici alle diverse quote dei versanti, nei quali si rinvenivano trovanti di volume notevole.

2.3.3 Frane attive e franosità diffusa

Per quanto riguarda lo stato di dissesto, il territorio del bacino è stato soggetto nel tempo a fenomeni franosi antichi, di estensione considerevole e coinvolgenti volumi di grandi entità nelle più svariate condizioni geolitologiche e morfologiche.

In corrispondenza degli accumuli detritici, grazie alle favorevoli condizioni per l'insediamento umano, che, in epoca remota, trovarono i primi abitanti, sorgono centri abitati di varie dimensioni ed importanza. Caratteristiche delle paleofrane e degli accumuli detritici in genere, sono infatti una

minore acclività rispetto al versante su cui insistono, maggiore potenza del terreno sfruttabile ad uso agricolo, presenza di sorgenti o falde acquifere dovute alla permeabilità generalmente buona.

Le frane antiche, oltre che a normali fenomeni d'instabilità dei versanti, presentano coincidenze marcate fra la loro distribuzione e le linee neotettoniche (cfr. Brancucci, Maifredi, Nosengo, 1983). Con tali lineazioni le paleofrane hanno un rapporto genetico diretto o indiretto, quest'ultimo individuabile nella erosione alla base dei versanti di una valle a sua volta impostata lungo linee tettoniche. Altre volte le paleofrane possono essere collegate a zone di debolezza, come quelle di contatto tra diverse litologie e/o al particolare stato di fratturazione del litotipo.

Come per le coltri eluviali e colluviali, la composizione litologica degli accumuli di frana antica o paleofrana è determinata dalla formazione o dalla litologia coinvolta. Data la maggiore distribuzione del litotipo argilloscistoso, prevalgono le componenti fini, mentre frazioni più grossolane si riscontrano negli accumuli di frane antiche che hanno interessato le rocce maggiormente massive. Rispetto alle coltri eluviali e colluviali, tuttavia è presente una maggiore percentuale della componente grossolana e di blocchi, tenuto conto della dinamica del fenomeno generativo.

Alle frane antiche sono connessi fenomeni di instabilità recente e in atto localmente frequenti e gravi, causati sia da fattori naturali sia da squilibri indotti dalle attività e dagli insediamenti umani; questi ultimi, nel loro sviluppo storico, rivelano peculiari rapporti con le frane antiche. Dall'ubicazione delle principali paleofrane si possono trarre indicazioni generali circa la distribuzione dei maggiori dissesti nel bacino in relazione alla litologia del substrato:

- pur osservandosi significative differenze tra formazione e formazione (come descritto ai punti seguenti), si osservano dissesti in corrispondenza di tutti i litotipi affioranti;
- la massima concentrazione di frane si ha in corrispondenza delle serie argillitiche e lungo il contatto fra queste e i calcari marnosi, dove si riscontrano anche le maggiori frane attive;
- di particolare interesse è il caso degli affioramenti ofiolitici nei quali non si osservano che rari e modesti accumuli di frana. Ciò è evidentemente connesso anche con la posizione topografica delle ofioliti, che, nella zona in esame, occupano le aree di crinale e le parti più elevate dei pendii costituenti il versante destro: qui l'attività erosiva prevale nettamente sui fenomeni franosi, favorita dalla composizione delle rocce verdi, che costituiscono un pessimo substrato per l'insediamento della vegetazione. Pertanto i prodotti dei pochi eventi franosi intervenuti sul bacino vengono asportati in modo relativamente rapido e le tracce dei dissesti antichi sono praticamente irriconoscibili;
- nell'ambito dell'affioramento dei calcari marnosi (Flysch dell'Antola), al di fuori della zona di contatto con le argilliti, si osservano tipiche paleofrane, con settori recentemente riattivati, collegabili ad aree di forte tettonizzazione e/o a condizioni giacitureali a franapoggio dove si verificano fenomeni di "rock slide".

A proposito delle correlazioni sopraindicate tra litotipi e franosità occorre comunque osservare che all'interno di ogni formazione litologica si riscontra una forte variabilità dei litotipi, essendo queste legate generalmente a cicli sedimentari dall'ambiente di mare profondo alla sedimentazione torbida più grossolana in ambiente di reef in mare poco profondo.

Pertanto, pur attribuendo il dovuto peso alle diverse situazioni, le differenze ora descritte non sono tali da poter essere ritenute significative circa la caratterizzazione dettagliata delle singole formazioni geologiche presenti, dal punto di vista della loro instabilità "naturale" in senso

quantitativo. E' solo proponibile ad esempio il loro grossolano raggruppamento in termini ofiolitici, calcareo marnosi e arenacei, argillitici, come indicativo di una certa predisposizione all'instabilità e, nel nostro caso, alla franosità.

L'influenza di fattori geodinamici endogeni sull'evoluzione geomorfologica del bacino del torrente Polcevera risulta anche evidenziata dalla risposta dei pendii sui quali si riscontra un rilevante numero di movimenti di massa a scala di versante, correlabili direttamente o indirettamente al ringiovanimento del ciclo di erosione.

Le forme dei versanti sono soprattutto condizionate dall'assetto strutturale, mentre, rispetto alle litologie presenti, differenze rilevanti d'andamento e forma dei versanti si riscontrano soprattutto in corrispondenza dei litotipi di natura prevalentemente argillosa.

Sempre in linea generale, si possono distinguere alcune morfologie di frana caratteristiche, che sono legate, sia alla dinamica del fenomeno, sia alla litologia ed all'attività tettonica. Per quanto riguarda il primo punto, va tenuto presente che solo gli accumuli dovuti a movimenti di grande importanza riescono a resistere abbastanza a lungo all'azione di modellamento degli agenti della dinamica esogena, e quindi sono sicuramente più riconoscibili gli eventi che hanno coinvolto grandi masse di roccia. In tal senso, si considerano grandi o grandissime dimensioni quelle che vanno dalle centinaia di migliaia ad oltre una decina di milioni di metri cubi.

Nelle paleofrane di grandi dimensioni, in genere, l'accumulo di frana si distingue ancora perfettamente attraverso un brusco cambiamento dell'acclività, a volte con contropendenze; in esse, quasi sempre, la circolazione idrica superficiale è molto ridotta o totalmente assente.

Spesso è ancora ben visibile la zona di lizza, in alcuni casi con una vegetazione molto diversa da quella delle aree circostanti: tale diversità è legata al fatto che il suolo costituente la zona medesima ha un'evoluzione molto più lenta.

La classificazione tipologica delle frane ed un maggiore dettaglio nel riportare fenomeni anche "minori" sono stati riservati ad un elaborato più specifico, denominato Carta della Franosità reale, che viene commentato in altra parte della relazione.

2.3.3.1 Franosità reale

Per quanto concerne il censimento dei movimenti franosi, prendere in considerazione, oltre ai P.U.C. e P.R.G. dei vari comuni della Val Polcevera, anche quanto emerso dall'attività svolta nell'ambito dei Progetti "IFFI" e "SCAI" che vengono di seguito sinteticamente descritti.

La Sigla "IFFI" rappresenta la sigla di "*inventario dei fenomeni franosi d'Italia*"; tale Progetto, promosso dall'ex Servizio Geologico Nazionale confluito ad oggi nell'Agenzia per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, è stato finanziato con i fondi del Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (L.183/89) al fine di supplire alla scarsità di dati uniformi sulla distribuzione delle frane in Italia.

Nell'ambito del Programma speciale "SCAI", "*studio dei centri abitati instabili*", vengono invece prese in esame a livello nazionale le situazioni di instabilità dei versanti che interessano principalmente centri abitati. Il Progetto SCAI è uno dei più importanti impegni presi dal Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) costituito con decreto del 12/12/1984.

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 differenti nei diversi ambienti geologici e geomorfologici, sotto le più diverse condizioni climatiche e si evolvono attraverso meccanismi e cinematismi estremamente variabili.

La franosità risulta dunque un processo variabile nello spazio e nel tempo: è 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 di fondamentale importanza nelle indagini finalizzate all'identificazione del comportamento di area vasta; nell'ambito della pianificazione di bacino, dalla conoscenza della franosità reale si traggono sia informazioni sull'assetto attuale del territorio, sia utili elementi di predizione del comportamento potenziale nello spazio, sia considerazioni a livello generale e puntuale sullo stato di stabilità dei versanti e quindi sulle diverse criticità presenti.

Nella successiva fase di valutazione delle criticità e nella conseguente definizione degli aspetti più propriamente normativi, le diverse condizioni e situazioni diffuse sui versanti dovranno trovare adeguato risalto e una coerente definizione, in termini di congruità, fra il contesto territoriale e le possibili scelte d'uso e di sostenibilità.

2.3.3.2 Dinamica dei versanti

I diversi fattori, che sono intervenuti e che intervengono tuttora, nella dinamica dei versanti sono:

- l'acclività, da media ad alta, dei versanti;
- le caratteristiche litologiche delle formazioni, per la maggior parte caratterizzate da strati argilloscistosi;
- le caratteristiche strutturali delle formazioni, quali fratturazione, fessurazione, laminazione, scistosità, ecc.;
- i contatti tra formazioni a diverso comportamento geomeccanico, in particolare tra le formazioni ofiolitiche, calcareo-marnose e calcareo-arenacee, talvolta molto fratturate, che formano i rilievi dello spartiacque del bacino, e le formazioni di base argilloscistose;
- una intensa tettonica quaternaria con movimenti ad asse E-W;
- versanti a scarsa maturità con zone attive e profili dei corsi idrici particolarmente giovanili.

Gli effetti degli intensi processi di morfodinamica, che hanno interessato in passato la valle, sono rappresentati, sia dalle estese e potenti coltri detritiche, che ricoprono i fondovalle ed i versanti, sia dalle paleofrane. Una specifica attenzione meritano i fenomeni individuati come paleofrane, proprio in rapporto alla loro intrinseca forma e struttura morfologica.

Sono infatti forme che presentano superfici ad acclività contenuta, manifestando spesso una tendenza alla condizione di piano e che pertanto possono essere individuate come sedi per la collocazione di elementi di urbanizzazione e/o infrastrutture. Questo utilizzo deve essere, peraltro, valutato con molta cautela, in quanto l'intervento umano può condizionare significativamente il contesto globale della stabilità; inoltre, non tutte le destinazioni possono essere compatibili in funzione della specificità strutturale sotto il profilo geomorfologico.

2.3.3.3 Principali forme di dissesto dei versanti

Nel bacino del torrente Polcevera i movimenti franosi sono assai diversificati e non sempre risultano facilmente identificabili con certezza: tale situazione si riscontra, soprattutto, con i fenomeni vecchi o molto vecchi, rispetto ai quali le successive fasi di modellamento naturale ed antropico rendono molto incerta l'identificazione del movimento originario.

Per molte situazioni, inoltre, elevati margini di incertezza si hanno nell'identificazione dello stato di 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 a una scala molto più approfondita di quella del Piano di Bacino.

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.

Vengono qui di seguito illustrate le diverse tipologie di dissesto riscontrate nel bacino del torrente Polcevera, indicando per ognuna di queste le principali caratteristiche e la maggiore concentrazione areale.

Frane superficiali (di colata o soil slip) e colate di detrito (debris flow)

In corrispondenza di piogge intense e concentrate si sviluppano lungo i versanti fenomeni di instabilità del terreno di copertura superficiale, che in grandissima prevalenza corrispondono tipologicamente a colamenti rapidi (prevalentemente soil slip e debris flow): si tratta in genere di movimenti di ridotte dimensioni che, in rapporto alle caratteristiche dell'evento, possono raggiungere elevatissime concentrazioni per unità di superficie.

Da studi condotti da molti Autori, nell'ambito di diverse zone del territorio italiano, si evidenzia che, generalmente, tali fenomeni si sviluppano entro ampi intervalli di pendenza del versante e che maggiori concentrazioni si registrano in zone non boschive soprattutto in corrispondenza dei bacini di ordine minore e dove le pendenze locali favoriscono una più rapida saturazione del terreno.

Per quanto riguarda la distribuzione nel tempo, si precisa che un approccio significativo per individuare soglie di innesco, ad oggi, può essere realizzata a scala comprensoriale solo disponendo di dati pluviometrici e di effetti al suolo significativi.

In particolare per *soil slip* si intendono frane superficiali, indotte dall'elevata fluidificazione dei suoli, in materiali sciolti eluvio-colluviali non protetti da vegetazione boschiva, che interessano generalmente spessori di terreno attorno al metro o inferiori ed aree ridotte, e di norma mobilizzano volumi di materiale compresi tra qualche decina e qualche centinaio di metri cubi.

In tali dissesti, l'elemento morfologico più evidente è la nicchia di distacco, in quanto spesso l'accumulo viene dilavato senza lasciare traccia di sé al piede, mentre il tragitto compiuto dalla stessa massa fluidificata è testimoniato dalla presenza di un sottile strato di fango o talora anche soltanto dell'erba piegata.

Queste frane superficiali sono fenomeni molto rapidi che si innescano frequentemente durante eventi alluvionali, quando l'intensità delle precipitazioni supera la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo e nel substrato. In questo caso la coltre superficiale, che rappresenta la componente geoambientale più vulnerabile durante le precipitazioni di breve durata ed elevata

intensità, caratterizzata da più alta permeabilità anche per la diffusa presenza di radici vegetali e di cavità connesse a forme di attività biologica, viene rapidamente saturata ed al suo interno si genera una temporanea falda acquifera che defluisce parallelamente al versante, a volte concentrandosi lungo linee di drenaggio sotterraneo preferenziali.

Il distacco del terreno ed il colamento avvengono in brevissimo tempo; la presenza di discontinuità morfologiche e di depressioni drenanti, rappresentate da piccoli avvallamenti del terreno in grado di captare grande quantità d'acqua da monte, sono i luoghi ideali per l'innesco di queste tipologie di fenomeni.

Per *debris flow* si intendono, invece, colate di detrito, di regola molto rapide, che interessano sia coltri di materiali sciolti che zone di substrato molto alterato, assimilabile a materiale sciolto.

Frane per scorrimento o scivolamento

I fenomeni riconducibili a *scorrimento e scivolamento* costituiscono la tipologia di frana più frequentemente osservata nel territorio in esame: si tratta nella gran parte dei casi di movimenti che avvengono al contatto tra le coltri eluvio-colluviali e/o di detrito di falda ed il substrato lapideo, o perlomeno la parte più alterata e fratturata dello stesso (il "cappellaccio"), per scivolamento lungo superfici più o meno piane, coincidenti con il contatto coltri-substrato, oppure discontinuità strutturali, quali in particolare passaggi tra strati e/o giunti in diverse condizioni di conservazione.

Particolarmente consistenti sono i fenomeni di scorrimento e scivolamento che interessano le litologie argillose, dove la franosità, oltre ad essere condizionata dalle ridotte caratteristiche meccaniche dei materiali coinvolti, è influenzata dalle condizioni idrogeologiche connesse alla presenza del contatto calcari-argilliti.

Frane per crollo o ribaltamento

Fenomeni significativi riconducibili a *frane di crollo* sono identificabili in modo diretto ed indiretto soprattutto in corrispondenza del contatto calcari-argilliti, al margine delle placche calcaree sottoposte a fenomeni di espansione laterale: in tali zone, l'ammasso roccioso si presenta decompresso e le discontinuità risultano spesso aperte o molto aperte.

L'evoluzione per crollo di tali versanti è altresì testimoniata dalla presenza di estesi accumuli detritici, frequentemente antropizzati, che mascherano il contatto argilliti-calcari.

Frane complesse

Generalmente sui versanti interessati da frane, i movimenti presentano uno stile complesso, con combinazioni di diversi fenomeni succedutisi nel tempo a quelli originari, per evoluzione della zona di nicchia ovvero dell'accumulo; in alcuni casi sono state individuate situazioni nei quali i movimenti originari sono correlabili ad evoluzione a stile composito.

Si tratta di fenomeni combinati di differenti tipologie (colamento, scivolamento, crollo); è evidente come la tipologia prevalente dei movimenti dipenda essenzialmente dal substrato litologico e dalla conseguente fisiografia.

Per tutti i litotipi flyschoidi stratificati, prevalentemente argillosi, del settore centrale la tipologia prevalente è costituita da scivolamenti rotazionali o planari associati a colata; viceversa

nel caso delle formazioni più competenti si osservano componenti di crollo, associate a scivolamento-traslazione ed eventualmente a colata di detrito.

Aree interessate da deformazioni gravitative profonde di versante (D.G.P.V.)

Sono stati classificati nell'ambito delle *D.G.P.V.* i fenomeni di movimenti di massa nei quali la presenza di un'eventuale superficie di scorrimento continua non è macroscopicamente evidente e non è necessario postularla per rendere conto delle deformazioni osservate in superficie ed in profondità. Tali movimenti di massa rappresentano la risposta più evidente dell'evoluzione dei versanti rispetto ai fenomeni di abbassamento rapido per erosione dei fondovalle che hanno determinato variazioni degli stati tensionali presenti nei pendii.

Le *D.G.P.V.* sono soprattutto evidenti dove la presenza di indicatori geomorfologici (trincee e contropendenze, reincisioni profonde del talweg riferibili ad epoca recente e forme di versante concavo-convesse o gradonate) spesso associati, sono correlabili ad evoluzione gravitativa a scala di versante anomala rispetto al morfotipo standard individuato.

In genere si tratta di fenomeni di espansione laterale o di insaccamento che interessano interi versanti e che presentano differenti gradi di evoluzione.

Fenomeni erosivi

Nel settore superiore del bacino lo scarso grado di maturità idrografica, che deriva da un generale e marcato processo di ringiovanimento del reticolo, per cause prevalentemente tettoniche, tipico su tutto il versante sud dell'Appennino Ligure, come testimoniato dai più recenti ed autorevoli studi in materia, determina i seguenti effetti:

- *erosione al piede dei versanti* e conseguente ciclico reinnescimento di dissesti, di scivolamento o complessi, spesso come riattivazione di fenomeni franosi più antichi; tale fenomenologia è tipica in particolare di tutto il settore centrale del bacino, il cui substrato è costituito dai terreni prevalentemente argillosi;
- *erosione di fondo e regressiva*, causa di continui dissesti, riattivabili nel corso di eventi di precipitazione intensi, nell'ambito dei settori apicali delle aste principali e minori, fino a risalire verso la zona di spartiacque.

Tale interrelazione tra ringiovanimento del reticolo e dissesto dei versanti è ben evidente osservando la localizzazione dei dissesti: si noti, in particolare, la densità di frane, sia attive che quiescenti, nel settore centrale della testata e a ridosso dello spartiacque con il versante padano.

Lungo i versanti, in particolare nei settori più elevati in prossimità degli spartiacque, i fenomeni erosivi, dovuti al ruscellamento diffuso, assumono talvolta caratteri di marcata intensità, provocando una intensa azione di asportazione del suolo e della coltre detritica superficiale.

Inoltre si vuole mettere in evidenza come il progressivo abbandono delle pratiche agricole sui versanti del bacino, anche a quote considerevoli, ha comportato un degrado di tutte quelle aree coltivate e terrazzate fino alla metà del suolo, e che ora senza più la costante cura da parte della popolazione locale sono particolarmente sottoposte ad erosione e piccoli dissesti.

Carta della franosità reale e catalogo dei principali movimenti franosi

Tutti i principali fenomeni di dissesto, attivi o quiescenti, riscontrati nel bacino alla data dei rilievi, sono elencati, con le relative localizzazioni e caratteristiche nel *Catalogo dei Principali Movimenti Franosi* e cartografati nella *Carta della franosità reale* alla scala 1:10.000.

Nella *Carta della franosità reale* sono riportati gli elementi morfologici e morfodinamici, che concorrono direttamente all'instaurarsi dei fenomeni di instabilità (quali rotture di pendio e processi erosivi) e tutti i fenomeni franosi, attivi, quiescenti o stabilizzati, rilevati nel bacino, suddivisi per tipologia, nei limiti dei dati a disposizione e delle verifiche in sito, e rappresentati quindi con diverse simbologie.

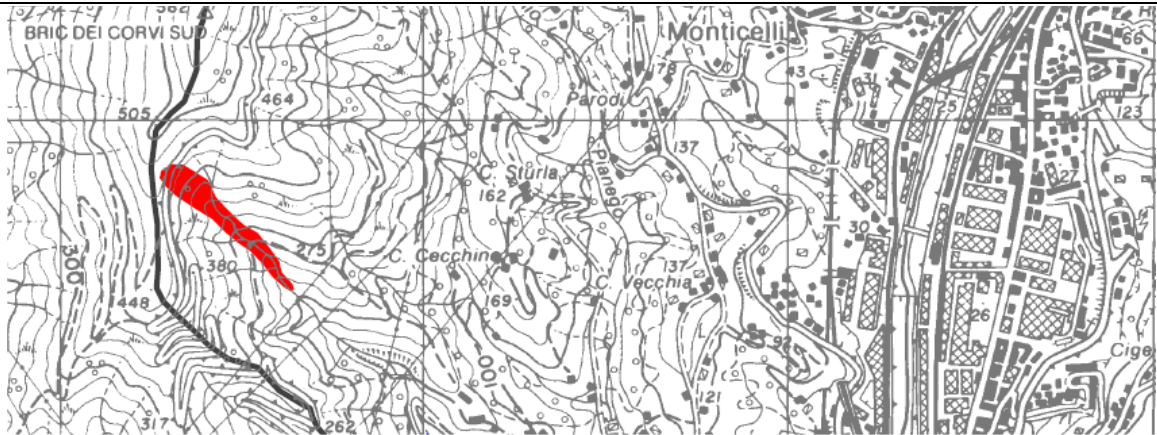
Nel *Catalogo dei Principali Movimenti Franosi*, in generale, i diversi fenomeni franosi individuati, sono classificati in base alla geometria, tipologia, stato di attività e sono, inoltre, evidenziati i principali parametri identificativi ed i principali attributi geoambientali, nonché i probabili fattori predisponenti ed innescenti, i danni provocati, le indagini e gli interventi eseguiti e da eseguire.

Le indagini, relative allo studio di ogni singolo dissesto, sono state condotte effettuando analisi storiche, rilievi di campagna ed utilizzando tecniche di telerilevamento su fotografia aerea ed i dati relativi al numero e alle dimensioni delle frane certificate sulla base delle informazioni derivate dagli uffici tecnici. Nella "carta della franosità reale" sono stati inseriti anche tutti i principali fenomeni franosi avvenuti durante gli eventi alluvionali del 6 e del 12 novembre 2000. In totale sono state censite 58 frane, di cui 37 verificatesi col primo evento e le altre 21 col secondo. I movimenti franosi più rilevanti sono stati quelli avvenuti in loc. Gazzolo (Campomorone); lungo l'autostrada A7 Genova-Milano; in loc. Isoverde; in loc. Costa Giutta (Mignanego) e in loc. Molinetto (Sant'Olcese).

Evento 4 ottobre 2010

Il 4 ottobre 2010 si è verificato un evento alluvionale che ha colpito il territorio delle province di Genova e Savona. In particolare sono stati interessati i comuni di Varazze, di Cogoleto, di Arenzano e di Genova. In quest'ultimo caso, la zona più colpita è localizzata nel Ponente cittadino, in particolare Sestri Ponente. Vista l'entità del fenomeno meteorologico con i conseguenti gravi danni al territorio, alle infrastrutture, a persone e beni mobili è stato dapprima dichiarato lo Stato di emergenza con decreto del Presidente del Consiglio del 7/10/2010 e successivamente emanata l'Ordinanza del Dipartimento di protezione civile nazionale n. 3903 del 22/10/2010. Nel bacino del t. Polcevera, i fenomeni franosi più significativi sono stati localizzati nella parte alta della valle del t. Fegino, esattamente lungo la strada che conduce a Scarpino e nel bacino del t. Geminiano.

Nelle mappe sottostanti, sono riportati i principali fenomeni franosi verificatesi.



Evento alluvionale del 4/10/2010. Bacino del t. Fegino



Evento alluvionale del 4/10/2010. Bacino del t. Geminiano



Bacino del t. Geminiano



Bacino del t. Geminiano



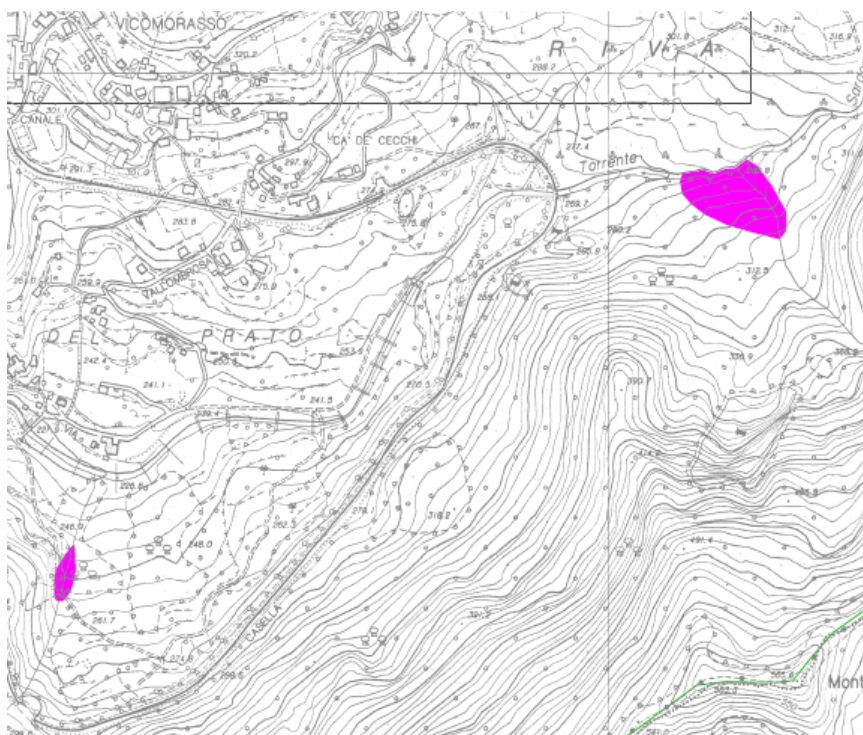
Bacino del t. Geminiano

Evento 4 novembre 2011

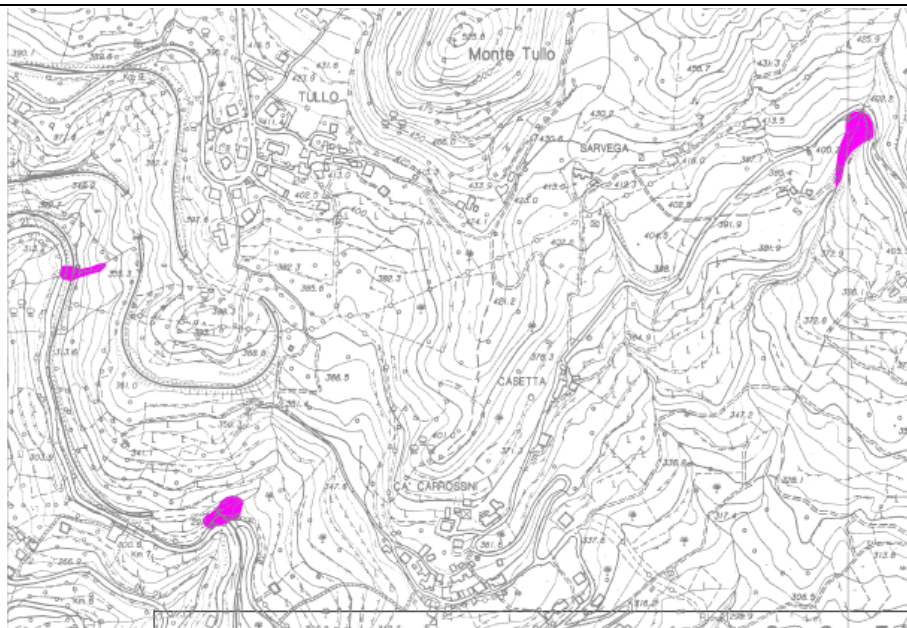
Il 4 novembre 2011 si è verificato un altro evento alluvionale che ha colpito il genovesato, in particolare il Comune di S. Olcese (bacino del t. Sardorella) ed il comune di Genova, principalmente i t. Bisagno-t. Fereggiano ed il t. Vernazza. Per quanto riguarda il comune di S. Olcese i danni principali si sono verificati intorno agli abitati di Piccarello e di Vicomorasso, come dimostrano gli stralci cartografici allegati. La maggior parte di questi eventi, comunque, ha interessato aree che già nel Piano di Bacino erano individuate come frane attive.



Piccarello



Vicomorasso



Vicomorasso



Bivio per Vicomorasso

Eventi 9-10 ottobre e 15 novembre 2014

Nei mesi di ottobre e novembre 2014 sono occorsi eventi alluvionali sul territorio della Provincia di Genova che hanno provocato danni materiali ingentissimi, oltre alla perdita di alcune vite umane. Tali eventi hanno interessato sia i bacini tirrenici sia quelli padani. I dati censiti dai sopralluoghi diretti sul terreno sono stati integrati, laddove disponibili, con quelli emersi dal censimento dei fenomeni franosi elaborato dai ricercatori del CNR-IRPI Geohazard Monitoring Group di Torino.

In particolare, nel bacino del t. Polcevera, gli eventi hanno coinvolto il territorio di tutti e sei i comuni del bacino. A titolo di esempio si riportano le immagini relative a due movimenti franosi.



Comune di Ceranesi



Comune di Mignanego

Con DGP n. 177 del 29/12/2014 è stata adottata la nuova edizione del Piano di bacino del torrente Polcevera che, a causa della tempistica dell'iter di formazione, era stato solo parzialmente aggiornato al nuovo quadro dei movimenti franosi conseguenti agli eventi alluvionali dell'ottobre e del novembre 2014, demandando ad un successivo atto l'aggiornamento dello stesso. Con la suddetta deliberazione, ad esempio, erano stati inseriti il movimento franoso verificatosi nel versante posto a monte dell'uscita autostradale di Bolzaneto a Genova ed una situazione particolarmente critica in comune di S. Olcese, dove, nella collina sul versante sinistro del t. Sardorella nei pressi di Via Vallombrosa, si erano verificati significativi abbassamenti della coltre detritica con evidenti fenditure nel terreno. Tale situazione ricade all'interno di una vasta frana attiva nota già da tempo, ma che con quell'evento ha subito un ulteriore peggioramento, ampliandosi.

Alla luce del previsto e necessario aggiornamento sopra citato, il Piano è stato aggiornato con il DDG n.91/2016 (relativamente alla fase di pubblicità) e con il successivo atto di approvazione, la DGR 109 del 13/02/2017.

La suddetta DGR 109 stabilisce che:

- nella "carta della franosità reale" e nella "carta geomorfologica" del Piano, i dissesti con superficie superiore a 200 mq sono indicati come "fenomeni idrogeologici conseguenti agli eventi alluvionali 2014" a tonalità fucsia, a prescindere dalla loro tipologia, al fine di mantenere memoria storica degli eventi alluvionali. Le frane attive sono indicate come "Pg4" nella "carta della suscettività al dissesto",

- i dissesti con superficie inferiore a 200 mq sono indicati con la simbologia delle "frane non cartografabili" a tonalità fucsia; di conseguenza, in base alla metodologia utilizzata nel calcolo della suscettività al dissesto, tali frane sono cartografate come "Pg3b" nella "carta della suscettività al dissesto",

- i dissesti individuati lungo gli alvei torrentizi e perimetrati nella "carta della franosità reale" e nella "carta geomorfologica" a tonalità fucsia, nei casi dove gli stessi non sono riconducibili a veri e propri fenomeni franosi, sono indicati nella "carta della suscettività al dissesto" con simbologia "rigato nero trasparente" e a tali specifici dissesti non viene quindi associata una specifica classe di pericolosità,

- ai dissesti oggetto di intervento di sistemazione (o di somma urgenza), ove opportuno, è stata associata la classe di suscettività al dissesto Pg3b.

Vengono di seguito descritte le situazioni più rilevanti verificatesi durante gli eventi alluvionali dell'autunno 2014.

Nei giorni 9-10 ottobre 2014 si sono registrate due frane significative nel comune di Genova e più precisamente:

- un vasto movimento franoso in via delle Tofane che si è abbattuto dalla carreggiata sul civico n. 73, causando l'evacuazione dello stabile.
- un altro smottamento sul versante destro del Polcevera poco a monte della confluenza col t. Fegino (comune di Genova), si è verificato in corrispondenza di un cantiere per la realizzazione della linea ferroviaria Terzo-Valico, ed ha coinvolto l'attuale linea ferroviaria Genova-Torino causando il deragliamento di un treno Freccia Bianca, senza feriti gravi.

Entrambi i movimenti ad oggi risultano sistemati, pertanto, alla luce del parere espresso dal Comitato Tecnico di bacino, sono stati indicati come "Pg3b" nella "carta della suscettività al dissesto".

Durante la mattinata del 15 novembre, il bacino del t. Polcevera è stato interessato da precipitazioni molto intense che hanno provocato l'esondazione del Polcevera stesso e dei torrenti Riccò, Torbella e Fegino, oltre a numerosi allagamenti. Un po' ovunque si sono verificati frane e smottamenti che hanno causato molti danni, lasciando isolate molte località. I Comuni più colpiti sono stati Mignanego, Campomorone, Ceranesi, Serra Riccò e S. Olcese. Il territorio del comune di Genova è stato interessato in maniera minore dal punto di vista geomorfologico rispetto agli altri comuni del bacino.

In comune di Ceranesi, si sono registrate almeno tre frane significative lungo la strada provinciale che conduce al Santuario della Guardia, causandone l'isolamento. L'unica via di accesso rimasta percorribile era quella dai Piani di Praglia. Molte frane anche nei pressi di Livellato e cedimenti lungo la strada provinciale tra Livellato e Gaiazza con interruzione della viabilità stessa nei pressi di loc. Maragiassi e di loc. Valletti. In quest'ultimo si è verificata una frana di notevoli dimensioni che ha parzialmente coinvolto l'abitato di Valletti. Altre frane sul versante a destra di loc. Borgo Ferrandi, in loc. Marseno e molti debris flow nei pressi di loc. Caffarella ed in loc. Torbi-Ca' Bruciata-Ca di Bruzzi.



In comune di Campomorone, frane nei pressi di loc. Gazzolo, di S. Stefano in Larvego e Campora. Piccoli smottamenti nella zona di Cravasco. Frane superficiali nei pressi di Langasco, Lastrico, loc. Fontanelle.

In comune di Genova, a Cesino, si è verificato cedimento della carreggiata a partire dal civico n.27 della via omonima. Anche a San Cipriano, al confine Genova/Serra Riccò ed in via Vallecaldà.

In comune di Serra Riccò, nel bacino del t. Riccò, due frane a nord-ovest di San Cipriano, vari debris flow, di cui il più significativo lungo il Rio Riasso che ha coinvolto anche alcuni edifici ed ha causato la perdita di una vita umana. Frana in loc. Case Inopiano, Campora. Debris flow lungo i rivi principali.

In comune di Mignanego, si è verificata una situazione simile a quella dell'evento alluvionale del 1993. Praticamente, lungo quasi tutti i corsi d'acqua si sono verificati dei debris flow. A partire dal rivo che delimita i confini tra Genova/Mignanego e poi in loc. Vetreria, lungo il Rio Paveto ed

affluenti (es. rio Casè),ecc. Tutte le strade attraversate da questi rivi sono rimaste interrotte a causa dei notevoli accumuli di materiale. Altre frane in loc. Fumeri, Cavanna, Montanesi.

In comune di Sant’Olcese, imponenti debris flow nella zona di testata del t. Sardorella, nei pressi di Vicomorasso. Altre frane nel bacino del rio Busso ed a nord di Manesseno.



Loc. Livellato, comune di Ceranesi



Rio Casè, Paveto (via Guagnino)
Comune di Mignanego



Loc. Balletti/Valletti, in Comune di Ceranesi



Tratto terminale Rio Riasso, affluente sinistro t. Riccò, comune di Serra Riccò (situazione poco dopo l'evento e a due mesi di distanza)

Nel Piano di bacino, sono stati censiti ed individuati tutti quei fenomeni cartografabili alla scala del lavoro, evidenziando prevalentemente le frane di medie e grandi dimensioni; dove possibile si sono “accorpate” le aree di distacco con quelle di accumulo.

Sono state cartografate e censite indistintamente “zone franose” e singoli “corpi di frana”, individuando, compatibilmente alle modalità di indagine, la distribuzione e lo stile associato ai movimenti.

I dati relativi alle varie forme di dissesto presenti nel bacino sono stati riportati in base a quanto richiesto dal “Documento propedeutico all’informatizzazione dei dati e delle cartografie di bacino in riferimento ai moduli M e L”, approvato dal Comitato Tecnico Regionale dell’Autorità di Bacino di Rilievo Regionale nella seduta del 8 Novembre 1996.

In relazione alla tipologia sono stati distinti movimenti franosi superficiali (di colata o soil slip), di colamento (debris flow), di scorrimento o scivolamento (planare e rotazionale), di crollo o ribaltamento e complessi. Oltre ad individuare le frane in senso stretto, sono state cartografate anche le aree interessate da deformazioni gravitative profonde di versante (D.G.P.V.), le aree a franosità diffusa e le situazioni riconducibili a fenomeni di erosione.

Tra gli attributi dei fenomeni di dissesto, particolare importanza riveste lo stato d'attività, in particolare i diversi movimenti franosi sono stati classificati rispettivamente "attivi" e "quiescenti", in rapporto alle evidenze dirette ed indirette, osservate nel corso delle attività di rilevamento e sono state distinte anche alcune frane "stabilizzate", per le quali sono già state effettuate delle opere di sistemazione o si sono "naturalmente stabilizzate".

I termini e le definizioni usati sono esplicitati nelle "Norme di attuazione".

2.3.4 Analisi geomorfologica di dettaglio per il bacino del Torrente Verde

Per effettuare in modo più puntuale l'analisi geomorfologica, per il bacino del torrente Verde, è stata realizzata una suddivisione per ambiti territoriali di riferimento: le informazioni contenute in tali ambiti territoriali di riferimento vengono riportate nel presente capitolo sotto forma di schede.

Da un punto di vista generale il disegno fisico del bacino del torrente Verde è caratterizzato da una netta diversificazione di versante tra il territorio situato in destra idrografica e quello collocato in sinistra: in destra prevalgono infatti versanti ad elevata pendenza con ripidi dislivelli che dalle cime più elevate raggiungono direttamente il fondo valle dei rii di S. Martino e d'Iso. In sinistra, invece, i versanti sono mediamente meno acclivi, ed interrotti dalla valle laterale del rio Gioventina.

I versanti in destra idrografica sono inoltre meno insediati e, di volta in volta, caratterizzati da estese coltri boschive (nella valle del rio S. Martino) o da vaste praterie di quota con arbusteti radi (valle del rio d'Iso). La formazione boschiva presente nella valle del rio S. Martino ha inoltre prevalente carattere di ceduo invecchiato. Si tratta pertanto di vegetazione ben lontana dal raggiungimento dello stadio clima. La stabilità di questa compagine forestale risente anche della generale scarsità di suolo forestale e della presenza di un compatto substrato roccioso semi-superficiale che determina uno sviluppo radicale assai poco ancorato.

Il disegno fisico del bacino del torrente Verde è inoltre caratterizzato da tre principali dorsali laterali che suddividono il territorio in 4 settori: la prima scende in destra idrografica dal Monte Pesucco sino all'abitato di Campora; la seconda, invece, situata in sinistra, raccorda il Bric Bastia a Campomorone; la terza, infine, collega il Bric di Guana ad Isoverde. Tutto ciò dà origine fisicamente ai seguenti quattro sottobacini: quello del rio di S. Martino, del rio Gioventina, della valle di Gallaneto e del Rio d'Iso.

Si segnala inoltre la presenza di un ripiano morfologico a ridotta acclività, situato immediatamente a Nord dell'abitato di Cravasco e di estesi dirupi con roccia affiorante (versanti orientali del Bric di Guana e del M. Taccone e versante meridionale del M. Lecco).

I 9 ambiti territoriali individuati sono così suddivisi:

1. **Senasci**: comprende il bacino del rio Senasci e tutto il versante destro del torrente Verde da Gazzolo sino al confine S del bacino;
2. **Torbi**: coincide con l'ambito del rio dei Torbi;
3. **Mavasso**: comprende l'ambito del rio Mavasso più il tratto di versante destro che lo separa dall'ambito del rio dei Torbi;

4. **S. Martino:** coincide con l'ambito del rio S.Martino sino alla confluenza con il rio Mavasso;
5. **S. Martino - Versante Sud Monte Larvego:** comprende la serie di rii minori del versante sinistro del rio S. Martino nel tratto compreso tra la confluenza con il rio Mavasso e la confluenza con il rio d'Iso (con i precedenti - Torbi, Mavasso, S. Martino);
6. **Gallaneto:** comprende l'ambito del rio senza nome che attraversa Gallaneto (e sarà per comodità nominato rio Gallaneto), più i sottobacini minori del versante destro del torrente Verde, dalla confluenza con il rio Gallaneto alla confluenza con il rio S. Martino;
7. **Iso:** corrisponde all'ambito del rio d'Iso sino alla confluenza con il rio Gallaneto;
8. **Rizzolo:** comprende l'ambito del rio Rizzolo più i sottobacini minori del versante sinistro del torrente Verde dalla confluenza con il rio Rizzolo alla confluenza con il rio Gioventina;
9. **Gioventina:** comprende il bacino del rio Gioventina e tutto il versante sinistro del torrente Verde sino al confine S del bacino.

1 - SENASCI

Caratteristiche geomorfologiche

Su tutto il versante posto fra Ceranesi, Gaiazza e San Pietro, nella valle del rio Senasci, il substrato è costituito prevalentemente da scisti filladici nerastri o grigi che spesso assumono una colorazione giallastra dovuta all'alterazione, con immersione prevalente a franapoggio (da 80° a 100° N), ed inclinazione costante di circa 50° con sottili intercalazioni calcaree. A valle dell'abitato di Gaiazza il paesaggio è dominato da una conca a debole pendenza, coperta da una estesa e spessa coltre detritica, che lascia affiorare il substrato roccioso solo in corrispondenza delle numerose linee di drenaggio.

Causa principale di dissesto nella zona è l'alveo dell'alto rio Senasci, che da Ceranesi scende verso Ovest, attraversando in più punti la viabilità della zona a Nord di Gaiazza.

Le acque del rio esercitano una sensibile azione erosiva al piede dei versanti, provocando una progressiva mobilitazione delle coltri detritiche presenti.

Storicamente, periodici episodi franosi, tendono ad ostruire l'alveo, determinando danni alla viabilità in più punti. Si sono verificati evidenti cedimenti che hanno interessato il cimitero e le scuole elementari e, soprattutto, il versante degradante verso Est, situato subito ad Est della chiesa, e ricoperto da una uniforme coltre detritica.

Altri movimenti diffusi si sono verificati sia a monte che a valle della strada che da Gaiazza porta in località Vallegelata, interessando particolarmente la ripida scarpata sotto l'abitato di San Pietro. Anche in questo caso i fenomeni gravitativi si manifestano con movimenti superficiali diffusi, che interessano gli strati di suolo e le porzioni alterate del substrato.

Questo comportamento è comune a tutto il versante esposto a NE, in sponda destra del torrente Verde, dove si incontrano numerose aree ricoperte da coltri detritiche, spesso provenienti da aree di frana situate subito a monte, attualmente inattive o quiescenti.

In questo caso rientra l'esteso accumulo detritico che interessa la zona di Vallegelata, nel quale si ritrovano, inglobati nella matrice più fine, enormi massi erratici, provenienti dalla sommità rocciosa del versante.

Anche le estese coperture ad Est di Zuccarello si sono originate da piccoli e diffusi movimenti gravitativi che mobilitano, in particolari condizioni di giacitura ed alterazione, la zona superficiale alterata (cappellaccio).

Come tipico esempio di questo genere di movimenti, può essere portata la piccola frana (752 mq) che si verificò in località Marseno Superiore, attraversata dalla strada podereale che conduce alle abitazioni, impostasi in una zona di elevata alterazione del substrato roccioso, con sfavorevole disposizione degli strati, posta alla testata di una delle linee di drenaggio che danno origine al rio della Madonna dell'Orto.

In questa zona sono rilevabili anche notevoli variazioni laterali nella composizione degli scisti filladici che dal basso verso l'alto tendono a divenire sempre più siltosi, con presenza di sottili venute arenacee, di origine torbidaica, che li rende ancor più soggetti ad alterazione e pedogenesi. In generale, tutto il versante è ricoperto da una coltre detritica a spessore e granulometria variabile di origine eluvio-colluviale, con zone di accumulo di frana interessate da diffusi movimenti di soliflusso.

2 - TORBI

Caratteristiche geomorfologiche

La strada Comunale di Torbi si arrampica, serpeggiando, lungo tutto il versante sinistro della valle del rio dei Torbi, nel comune di Ceranesi. Lungo il suo percorso che va da Gazzolo a Torbi, si incontrano numerosi smottamenti, di piccole dimensioni, che mettono allo scoperto il sottilissimo strato di suolo che copre il substrato roccioso. La strada è stata danneggiata, durante le piogge del 1993, soprattutto nel tratto rettilineo, posto a mezza costa, fra Loc. Borgo e Torbi, a causa del cedimento delle opere di sostegno a valle.

Nei tratti successivi, i danni alla strada sono provocati soprattutto dalla forte azione erosiva dei torrenti che scendono a forte pendenza dal versante a monte, e che attraversano la strada in più punti, formando alcune volte delle vere e proprie cascate.

Un'ampia zona soggetta a dissesto si trova in prossimità della frazione di Torbi, nel versante compreso fra Cà Bruciata e Loc. Cascinetta, fra quota 275 m e quota 400 m. L'area è interessata dal contatto tra gli argilloscisti della Formazione di Torbi e della Formazione delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta.

I caratteri assai simili delle due formazioni rendono difficile l'individuazione sicura dei contatti stratigrafici, anche a causa della presenza di una abbondante coltre di copertura proveniente, principalmente, dall'alterazione della componente argilloso-filladica delle due formazioni, interessata diffusamente da un lento e costante movimento verso valle, causa dei principali dissesti della zona.

La stratificazione ha una direzione prevalente di 110-120° N, con inclinazione media di 50° verso NE. Le rocce affioranti presentano segni di intensa fratturazione, che favorisce un'abbondante circolazione idrica, testimoniata da numerose emergenze. Subito a monte della chiesa di Torbi la stratificazione sembra assumere giacitura a reggipoggio, con presenza di banchi calcarenitici di circa 50 cm di spessore, sempre abbastanza fratturati.

Scendendo verso il corso del rio, lungo una strada a sterro, utilizzata per eseguire delle opere in alveo, la roccia presenta crescenti segni di alterazione, assumendo colorazione brunastra ed è generalmente ricoperta da uno strato di suolo saturo in acqua. A causa dello scivolamento della roccia alterata sottostante, la sottile coltre di suolo, rimane spesso sospesa, trattenuta solo dall'apparato radicale delle piante. Tra la coltre detritica ed il substrato argillitico si imposta una abbondante circolazione idrica, che favorisce l'alterazione del substrato e la saturazione dei materiali sovrastanti. Questi, appesantiti e in condizioni sfavorevoli di giacitura, scivolano lentamente verso valle. I movimenti sono classificabili come "soil sleep" ed interessano un'area complessiva di circa 4 ettari.

Causa principale dell'accelerazione e della attivazione dei movimenti, su tutto il versante, è l'erosione operata al piede del versante dal rio dei Torbi. Ci troviamo infatti in un punto particolarmente critico del corso d'acqua, ove confluiscono le linee di drenaggio che interessano tutta la testata dell'ambito. Essa costituisce un anfiteatro simmetrico, che va da Cà Bruciata a Lencisa, fino al M. Figogna, con versanti caratterizzati da elevate pendenze (40-70 % prevalenti).

Il fenomeno è attivo da molti anni, ed ha provocato danni soprattutto all'abitazione che si trova circa 150 m a Sud della chiesa di Torbi, scendendo verso il rio, posta praticamente al piede del versante in movimento. Sono evidenti numerose crepe e spaccature anche di 2-3 cm di larghezza sia sui muri perimetrali che nei pavimenti interni. I gradini di accesso all'abitazione si sono abbassati di alcuni centimetri ed alcune condotte interne dell'acqua sono state deformate e danneggiate. Le opere di ripristino, effettuate artigianalmente alcuni anni fa dai proprietari, sono già sede di nuove lesioni, a testimonianza della costante progressione del movimento. Dalle testimonianze raccolte, sembra che i fenomeni si siano accentuati, soprattutto negli ultimi anni.

Sopra quota 400 m, all'interno degli argilloscisti tende a prevalere la componente calcarenitica, che li rende più resistenti all'erosione, e meno attaccabili dagli agenti atmosferici, riducendo quindi la presenza di accumuli detritici a rischio.

Proseguendo verso Livellato, lungo la strada comunale, si trovano ancora piccoli movimenti franosi, che in qualche caso assumono una certa estensione: è il caso del dissesto che si trova in corrispondenza del tornante situato circa 200 metri ad Est di Ca di Bruzzi. Il movimento franoso, avvenuto nel '93, si trova subito a monte della sede stradale, in corrispondenza del contatto tra gli argilloscisti ed un lembo isolato di serpentiniti. La frana, di forma planimetrica bilobata, copre un'area di circa 2000 mq, con un dislivello di circa 20 m fra il piede ed il ciglio di distacco più elevato. Si è impostata alla testata di un torrente a regime discontinuo, ed interessa la coltre detritica grossolana che ricopre, a monte, le serpentiniti.

Il meccanismo prevalente è il movimento di scivolamento, che interessa soprattutto gli strati argillitici, disposti a franapoggio, nel cui movimento vengono seguiti dai detriti e dallo strato di suolo sovrastante.

Svoltato il primo tornante, sul lato opposto della frana, la strada costeggia una ripida cresta rocciosa, che forma un dislivello di circa 20 metri, rispetto al piano stradale, dove si può osservare il contatto tettonico fra le argilliti e le serpentiniti.

Giunti in Loc. Casa Vecchia, le argilliti lasciano il posto a rocce calcaree, con un conseguente incremento delle pendenze dei versanti a monte della strada, che, in questo tratto, assume andamento rettilineo.

Superata sulla sinistra casa Ciapin, in corrispondenza della curva a gomito di quota 532 m, subito a monte della strada, si può osservare un esteso movimento franoso avvenuto in corrispondenza del contatto di tipo tettonico fra argilloscisti e formazioni calcaree, su cui si è impostato un piccolo torrente. Come si vede dalla foto riportata nella scheda corrispondente il movimento si è verificato prevalentemente nel versante a bosco, coinvolgendo una massa limitata e superficiale di suolo, misto a strati alterati del substrato roccioso (regolite), prevalentemente di tipo argillitico. Dall'osservazione delle foto aeree tale evento sembra essersi verificato durante gli eccezionali eventi atmosferici avvenuti nell'autunno del 1993.

Salendo verso Lencisa, la strada interseca più volte il contatto fra formazioni calcaree ed argilloscisti, e puntualmente, in queste zone si osservano piccoli dissesti e movimenti franosi, generalmente a ridosso della strada.

Il versante destro del rio dei Torbi è esposto prevalentemente a N-W, è caratterizzato da acclività assai elevate, da copertura vegetale abbondante, con prevalente giacitura degli strati a reggipoggio. In tutto il versante si ha l'affioramento diretto del substrato roccioso costituito da scisti filladici alternati a strati di calcari detritici con spessore frequentemente superiore ai 10-15 cm, e con assoluta assenza di coltri detritiche importanti.

I dissesti sono generalmente localizzati alla testa e nel letto delle principali linee di drenaggio, caratterizzate da una intensa attività erosiva concentrata.

La morfologia del versante è in gran parte influenzata dalla tettonica, con i torrenti che si impostano principalmente lungo le linee di faglia e di frattura. Lo stesso rio dei Torbi è impostato su una faglia disposta in direzione SW-NE.

Proseguendo lungo la strada in direzione NE, ci immettiamo nella valle di un affluente del Torbi, anch'esso impostato su un lineamento di tipo tettonico, ben riconoscibile, a direzione S-N.

Nella valle che si trova a SW di Ceranesi, attraversata dalla vecchia guidovia che da Ceranesi portava sino alla Madonna della Guardia, sono riconoscibili solo alcuni piccoli episodi franosi, sovente nascosti dalla fitta vegetazione, sul versante orientale della valle; sono ben cartografabili due antichi corpi di frana, ora solo debolmente attivi, posti a valle, (Q=330 m), della ripida scarpata che va da C. Saito e Ceranesi, a quota 400 m.

La dinamica di questi movimenti è quella più comune: scollamento delle sottili coltri detritiche o scivolamento lungo piani preferenziali che si formano in corrispondenza delle zone di alterazione dei materiali a prevalente componente argillitica, accelerati e riattivati soprattutto durante l'evento meteorico principale del 1993.

3 - MAVASSO

Caratteristiche geomorfologiche

Il rio è impostato sui calcescisti, nella parte alta e sul contatto tettonico fra calcescisti e dolomie, nella parte bassa dell'asta. In questo caso le dolomie sono costituite prevalentemente da una breccia dolomitica di origine tettonica di aspetto vacuolare, assai suscettibile all'alterazione.

Nonostante la limitata estensione del bacino, che non supera il chilometro quadrato ed appena 1.74 Km di lunghezza dell'asta principale, i versanti presentano una delle acclività medie più elevate (41 %) con punte che arrivano al 100 %, con una pendenza media dell'asta intorno al 25 %.

Nonostante la copertura vegetale abbastanza omogenea, la particolare situazione morfologica favorisce un elevato trasporto solido grossolano, con concentrazione dell'erosione lungo le linee di drenaggio e conseguente scalzamento al piede dei versanti: ciò provoca lo scollamento dello strato superficiale sottile di terreno, generalmente appesantito da una copertura vegetale degradata.

Durante le precipitazioni più intense, si riversano, nel letto del torrente, notevoli quantità di materiale detritico formato da suolo, pietrisco e materiale vegetale, il cui accumulo può dar luogo a pericolosi effetti di sbarramento che impediscono il normale deflusso delle acque, costituendo una delle cause principali di esondazione del corso d'acqua.

L'abbondanza del trasporto solido proveniente dai versanti del rio Mavasso, è testimoniato dai depositi di conoide che formano importanti accumuli sedimentari alla confluenza con il rio San Martino.

La fitta copertura vegetale e l'inaccessibilità dei versanti ha causato non poche difficoltà di rilevamento, sia da foto aeree che sul terreno.

Si riconoscono, comunque, alcune zone di accumulo di frana per crollo localizzabili in antichi siti di cava abbandonati, in corrispondenza di costoni rocciosi creatisi, per erosione spondale, alla confluenza di linee di drenaggio, o a causa di contrasti litologici, come nel caso dello sperone di metagabbro che emerge all'interno dei calcescisti, in località Rocca Maja, e che origina una falda detritica allungata in direzione NNE.

4- RIO SAN MARTINO

Caratteristiche geomorfologiche

L'alto bacino del rio San Martino è impostato prevalentemente su formazioni rocciose appartenenti alla Unità Palmaro-Caffarella (Gruppo di Voltri), formate prevalentemente da metagabbri, a Nord Ovest, serpentiniti antigoritiche, a Sud Ovest, prasiniti e calcescisti in contatto tettonico, nella parte Est dell'ambito.

Tali formazioni danno origine ad una morfologia caratterizzata da versanti molto ripidi dove dominano i processi erosivi esercitati dalle acque superficiali, favoriti dalla elevata escursione altimetrica, compresa fra un minimo di 268 m ed un massimo di 956 m, in corrispondenza del monte Sejeu.

Numerosi sono i versanti ad acclività superiore al 50 % con una pendenza media dell'intero ambito, che supera il 37 %.

La fascia più orientale dell'ambito è interessata prevalentemente da calcescisti e prasiniti segnati dalla presenza di numerosi lineamenti tettonici disposti prevalentemente in direzione NNE-SSW ed WNW-ESE, che influenzano fortemente il reticolo idrografico. Il corso del rio S. Martino è costretto ad effettuare delle brusche svolte di 90° intorno ai blocchi dislocati, delimitati dalle zone di faglia, soprattutto nel tratto che va da Casa Grillo alla confluenza con il rio Mavasso.

La netta delimitazione delle faglie e delle fratture, ancora molto evidenti, nonostante la velocità elevata dell'erosione, fa supporre che i movimenti che li hanno generati siano avvenuti in un recente passato geologico.

In ogni caso, la copertura vegetale abbastanza omogenea, sviluppatasi soprattutto negli ultimi 30 anni, esercita una azione attenuante sull'erosione pluviale, ostacolando il ruscellamento diffuso o embrionale e consentendo un discreto sviluppo della pedogenesi.

L'unica area caratterizzata da un importante accumulo di coltre detritica è individuabile ad Ovest di Loc. Caselle, nel versante sud-orientale del M. Pesucco.

Questa zona, in generale, è risultata poco accessibile e mal rilevabile dalle foto aeree, a causa soprattutto della fitta vegetazione, che, molto probabilmente, nasconde i movimenti gravitativi meno estesi.

Nella parte più occidentale dell'ambito la vegetazione si riduce notevolmente sia per l'incremento della quota media, sia per la natura dei litotipi presenti, costituiti prevalentemente da serpentiniti e metagabbri, quindi meno adatti all'instaurarsi di favorevoli condizioni pedogenetiche. In questo caso prevalgono i processi di erosione pluviale, di dilavamento, di ruscellamento diffuso e concentrato.

I corsi d'acqua hanno un regime per lo più occasionale, con grosse piene improvvise e lunghi periodi di secca, con conseguente degradazione laterale delle sponde, creazione di forre e calanchi alla testata e trasformazione del letto in un flusso di detriti. Sono frequenti in questa zona, in concomitanza dei fenomeni erosivi fluviali, falde di detriti, versanti mobilitati e cigli di distacco di materiale lapideo.

5 - S. MARTINO-VERSANTE SUD M. LARVEGO

Caratteristiche geomorfologiche

Il versante risulta impostato soprattutto entro gli argilloscisti della Formazione di Torbi, delimitati a Sud e ad Est dagli scisti filladici dell'Unità M. Figogna, e ad Ovest dagli affioramenti dell'Unità ofiolitifera Cravasco-Voltaggio.

Il dissesto più importante che interessa il versante, è localizzato nella zona di San Martino di Paravanico. Esso interessa in modo diffuso tutto il versante, denotando una situazione di stabilità limite, legata soprattutto alla presenza di una grossa quantità d'acqua nel sottosuolo, che segue vie preferenziali impostate su contatti di tipo tettonico, la cui abbondanza è fortemente influenzata dalle precipitazioni.

La situazione è complicata dalla presenza di uno spessore di coltre detritica di varia origine (spesso anche di riporto) molto variabile, che rende la situazione complessiva assai disomogenea, determinando un comportamento del sistema versante-terreno assai poco prevedibile.

Gli episodi di dissesto più evidente si concentrano in due zone ben circoscritte, l'antico borgo medievale di Borgo Rossi a quota 290 m e l'abitato di Borgo Ferrandi a quota 350 m.

Dai sopralluoghi effettuati sembra emergere che fattori di debolezza siano legati alla presenza della S.P. n. 41 dei Piani di Praglia, che "taglia" trasversalmente il versante e dall'apertura della cava (Gea/Pin) al piede del versante.

Tali opere hanno comportato, oltre a veri e propri mutamenti nella morfologia del versante, l'instaurarsi di uno squilibrio idrogeologico, che ha sconvolto la circolazione idrica locale, sia sotterranea che superficiale.

Dal punto di vista geologico ci troviamo al contatto degli argilloscisti della Formazione di Torbi con rocce serpentinitiche intensamente fratturate, interessate dalla formazione di oficalciti.

I numerosi sondaggi effettuati nella zona hanno evidenziato, a partire dai 3 ai 7 metri dal piano di campagna, l'alternarsi di serpentiniti ed argilloscisti in contatto tettonico. Ulteriori studi hanno determinato almeno tre direzioni di fratturazione preferenziale che vanno da NE-SW a NW-SE.

Lungo queste direzioni di fratturazione le serpentiniti risultano intruse all'interno degli argilloscisti con un elevato stato di fratturazione; in tal modo, le fratture, funzionano da vere e proprie linee di drenaggio dei terreni circostanti.

Molto attiva, in questa parte del versante, è stata, fino a qualche anno fa, l'attività estrattiva, che ha lasciato, il versante SW del M. Larvego, disseminato di numerose cicatrici. I vecchi fronti di cava sono attualmente sede di dissesto, trasformandosi in ciglio di distacco di materiale roccioso.

Dall'osservazione delle foto aeree sono state riconosciute numerose zone sede di movimenti gravitativi, nel recente passato geologico, soprattutto sul versante sud-est del M. Larvego, dove la prevalente immersione a franapoggio degli strati, favorisce l'instaurarsi di lenti movimenti per scivolamento.

Uno di questi casi è individuabile fra Novena e Novena Sup., con nicchia di distacco riconoscibile intorno a quota 450 m: gli strati presentano immersione verso S-E con prevalente giacitura a franapoggio; la pendenza varia dai 10-15° alle quote più alte, con un progressivo aumento verso valle, fino a raggiungere un valore intorno ai 55-65°.

Questa interpretazione suggerirebbe uno scivolamento lungo un piano abbastanza superficiale, che ha determinato un inarcamento del tratto basale dell'accumulo contro il versante opposto, che ha costretto il corso del rio San Martino ad effettuare una deviazione verso Sud Est.

L'area interessata dal fenomeno occupa una superficie complessiva di 170.800 mq, con una stima approssimativa del materiale coinvolto di circa 7.000.000 di mc.

La limitata pendenza venutasi a creare in corrispondenza del corpo di frana ha favorito lo sviluppo delle attività agricole ed abitative per tutta la sua estensione, con conseguente costruzione di una rete viaria che da Gazzolo porta a S. Stefano in Larvego, attraversando tutta l'area di frana.

Attualmente non ci sono segni evidenti di riattivazione del movimento, che pertanto viene classificato come una D.G.P.V., ma è necessario prestare molta attenzione a qualsiasi tipo di intervento che possa alterare la presente situazione di equilibrio, tramite appesantimento dei versanti o alterazione della situazione idrogeologica. È inoltre da tenere sotto controllo l'attività erosiva del torrente che scorre in direzione NW-SE fra Casa Carli e Gazzolo.

6 - GALLANETO

Caratteristiche geomorfologiche

La parte settentrionale dell'ambito è interessata ad Ovest dai ripidi versanti rocciosi dell'Unità Beigua-Ponzema, rappresentata verso Sud, da serpentiniti antigoritiche e verso Nord dalle peridotiti lhezolitiche dell'Unità Erro-Tobbio, e ad Est dai calcari e le dolomie dell'Unità M. Gazzo-Isoverde.

Il passaggio fra queste due zone è segnato da un netto salto di pendenza, molto probabilmente coincidente con una antica scarpata di faglia, che in tempi geologici recenti ha dato luogo a numerose zone di accumulo di coni detritici soprattutto in corrispondenza di Case Neppiane, di Campori e Campazzo, fino a Caselle e Caffarella, testimonianza, questa, dell'elevata attività erosiva in atto, da sempre, su questi versanti, caratterizzati da scarsa od assente copertura vegetale e dove dominano le pendenze superiori al 50 %.

La movimentazione dei sedimenti avviene, oltre che per erosione alla testata e sulle sponde dei torrenti, anche con la formazione di vere e proprie falde di detriti che confluiscono spesso nel letto stesso dei torrenti. I sedimenti, in genere grossolani, si dispongono in coni di detriti sui versanti, spesso dove la morfologia è leggermente meno acclive, in situazione di equilibrio al limite della stabilità.

In occasione di eventi atmosferici eccezionali le falde si mobilitano improvvisamente, riversando il loro carico detritico (a volte accumulato anche per anni) nelle più vicine linee di drenaggio.

L'effetto più immediato sul regime idraulico dei torrenti è un anomalo incremento del trasporto solido di fondo e di torbida, che si va a sommare a quello di materiale vegetale (tronchi e cespugli).

Altro frequente effetto è quello della creazione di sbarramenti lungo i corsi d'acqua, con conseguenze idrauliche imprevedibili. Questo tipo di situazione crea non pochi problemi alla confluenza del rio Gallaneto con gli altri suoi affluenti secondari, a Sud Ovest di Neppiane, dove un gradino di pendenza con conseguente perdita di energia delle acque, provoca l'improvvisa deposizione dei materiali trasportati dai torrenti e questa situazione potrebbe causare, durante eventi meteorici eccezionali, l'ostruzione dei corsi d'acqua, con conseguente effetto diga ed esondazione.

Tutt'altre caratteristiche presenta la zona inclusa nell'ambito territoriale compresa fra S. Michele e Santo Stefano in Larvego. L'area è caratterizzata dal contatto fra rocce serpentinitiche prevalentemente cataclastiche e argilloscisti più o meno siltosi con intercalazioni di calcari cristallini.

La giacitura preferenziale dei piani di scistosità presenta una immersione compresa fra 110°N e 130°N, con inclinazione più frequente intorno ai 50°. La natura prevalentemente argillosa della formazione e la sua scistosità la rende particolarmente alterabile soprattutto dove vi è una maggiore presenza di acqua o dove la roccia è più intensamente fratturata, a causa di movimenti tettonici avvenuti durante la messa in posto della formazione.

Di conseguenza si è avuta la formazione di una coltre superficiale eluviale a potenza variabile che assume una qualche rilevanza nella zona compresa fra Campascia e Campora. Tutto il versante è soggetto ad episodi di dissesto, soprattutto in occasione di precipitazioni intense, sia per movimento diffuso di soliflusso che per occasionali riprese di erosione soprattutto alla base di versanti particolarmente scoscesi.

Uno di questi casi lo si può riscontrare nel crinale compreso fra Santo Stefano in Larvego e Campora dove il versante fra quota 150 e 310 m, in sponda destra del rio Luvica, ha subito numerosi

episodi di dissesto, negli ultimi anni. Il rio è impostato, molto probabilmente, in corrispondenza di una faglia a direzione E-W ed ha un regime prevalentemente torrentizio, con profilo longitudinale caratterizzato da una pendenza media del 30 % ed un alveo molto incassato, di conseguenza esercita una intensa azione erosiva alla base del versante esposto a Nord.

Il dissesto più grave si è verificato nel 1981 presso quota 220 m. Il movimento ha provocato il cedimento del terreno, causando ingenti danni alle abitazioni a monte, perdurando continuo e lento per un certo periodo. Nell'ultimo ventennio sono state realizzate dai privati opere di bonifica e briglie sul corso del rio, che però non si sono dimostrate sufficienti a contenere l'erosione alla base del versante.

I fenomeni di dissesto si estendono per tutto il versante interessando anche la sede stradale e le opere di sostegno dei versanti, fino in prossimità della strada provinciale dove, nel 1988 si è verificata una frana di scivolamento proprio dietro la macelleria. La costruzione comunque già presentava lesioni e dissesti non imputabili direttamente all'evento franoso, ma ai continui e lenti movimenti che interessano tutto il versante.

7 - ISO

Caratteristiche geomorfologiche

Questo ambito territoriale occupa tutta la parte settentrionale del bacino, posta a Nord di Isoverde. Qui la morfologia si presenta particolarmente giovanile rispetto agli altri ambiti territoriali, influenzata da una attività tettonica recente legata allo sprofondamento della Pianura Padana, con conseguente rigonfiamento dell'asse montano E-W.

Conseguenza di tali fenomeni è stata la formazione di un piccolo graben asimmetrico dovuto al riattivarsi di una vecchia linea tettonica di direzione NNE-SSW, secondo una faglia normale che ha sollevato le zone occidentali fra Pastelle, M. Brignola, e M. Carmelo.

Testimonianza morfologica di tali eventi, sono le caratteristiche forme a "faccette triangolari" assunte dai versanti, allineate secondo l'andamento della linea di faglia.

I movimenti tettonici hanno probabilmente provocato un momentaneo accentuarsi dell'effetto barriera esercitato dal blocco calcareo di M. Carmelo e M. Carlo, consentendo la deposizione dei potenti accumuli detritici di Cravasco.

La successiva riapertura per erosione regressiva della soglia di Isoverde ha riportato i corsi d'acqua in erosione, fatto testimoniato da una serie di terrazzamenti ben evidenti in località Casa Volpe.

Sui ripidi versanti che vanno da M. Lecco a M. Taccone, fino al Bric di Guana, è presente un'elevatissima densità di drenaggio, dovuta alla compattezza delle rocce che non consente percorsi sotterranei alternativi alle acque meteoriche.

La scarsissima presenza di vegetazione, la particolare composizione mineralogica e le escursioni termiche, favoriscono l'instaurarsi di processi di degradazione superficiale che danno luogo a fenomeni di desquamazione per scagliosità, che vanno ad alimentare i numerosissimi processi gravitativi di debris flow presenti, con assoluta mancanza di pedogenesi.

I corsi d'acqua, generalmente discontinui, spesso risultano occupati da grandi masse detritiche, che vengono movimentate soprattutto in occasione degli eccezionali eventi meteorologici, andando ad alimentare in maniera considerevole il trasporto solido.

Il versante orientale situato a Sud di M. Lecco, è contraddistinto da una morfologia più dolce che risente sia del cambiamento di litologia che della sovrapposizione di processi erosivi più antichi.

Su tale versante sembra infatti di leggere ancora le tracce di antichi movimenti gravitativi di notevoli dimensioni, innescatisi probabilmente in occasione degli ultimi eventi tettonici citati precedentemente. Tali fenomeni, catastrofici, hanno contribuito, in modo determinante, alla formazione degli accumuli detritici di Cravasco.

Numerosi e ben cartografabili sono i dissesti presenti nei ripidi versanti settentrionali in genere classificabili come colate di detrito e frane di crollo in corrispondenza di scarpate rocciose, generalmente formate dall'erosione spondale dei numerosi torrenti.

Meno evidenti, ma più pericolosi e dannosi, in quanto situati in zone urbanizzate, sono i dissesti presenti negli accumuli detritici fra Cravasco e Casa Volpe.

Un primo caso di dissesto è situato in corrispondenza dell'abitato di Cravasco, in una piccolo anfiteatro delimitato a Nord Est, dal versante occidentale del M. Calvo, ed a Nord Ovest da una collina, di forma piramidale, che raggiunge quota 473.8 m.

La conca è attraversata dalla strada Isoverde-Cravasco. La zona è interessata da una spessa coltre detritica discretamente uniforme, con alcuni affioramenti di filladi appartenenti all'Unità Cravasco-Voltaggio posti alcune centinaia di metri più a Nord. Nella zona si verifica un lento e continuo movimento di soliflusso secondo due componenti divergenti che tendono, più a valle, a ricongiungersi.

Si sono verificate numerose lesioni sui muri di sostegno lungo la strada che attraversa il versante, con deformazioni dell'asfalto e movimenti roto-traslazionali di alcune costruzioni.

Sicuramente il fattore determinante di innesco dei lenti movimenti della coltre detritica è la presenza di una cospicua circolazione idrica nel sottosuolo che spesso dà luogo ad emergenze idriche, anche in regime normale di precipitazione, a partire dal pianoro a quota 490 m, a Nord della strada, dove sono state installate anche opere di presa.

Un altro caso di dissesto si trova nel lato occidentale dell'accumulo detritico, in corrispondenza di una antica conoide di detrito, con vergenza parallela ai versanti lherzolitici, posta alcune centinaia di metri a Sud Est di Casa Volpe, fra i corsi del rio dei Campi e il rio Gambette.

La zona corrisponde ad un versante debolmente degradante verso SSW (pendenza del 5-10 %), dove si addensano un certo numero di abitazioni di recente costruzione, con una copertura vegetale alternata a prato e bosco.

I materiali detritici che compongono la conoide, oltre che di tipo peridotitico, provenienti dai versanti occidentali, derivano anche da metagabbri della stessa composizione del M. Lecco, presenti anche con trovanti di decine di metri cubi di volume, che sembrano galleggiare nella coltre detritica sottostante.

Anche in questa zona i dissesti più frequenti sono legati a movimenti di soil creeping, particolarmente evidenti fra quota 500 m e quota 450 m, in quanto vanno ad interessare alcuni abitati, la strada che conduce a Casa Volpe, fino a danneggiare il campo da tennis e lo spigolo N-W dell'abitazione immediatamente più a Sud.

Lesioni di una certa importanza sono state rilevate anche sull'abitazione situata al termine di via Peschiera, posta circa 200 m dal fronte di cava. Infatti, ai movimenti naturali di versante, individuati a monte, si vanno a sommare i movimenti innescati dall'attività della cava situata subito a valle (Cava n. 4), soprattutto a causa dello scoppio di mine di profondità; pratica, questa, protrattosi fino al 1987.

In base ad alcune testimonianze, durante tali attività, l'abitazione ed i terreni circostanti erano soggetti a continui tremori e scosse che arrivavano a far cadere oggetti all'interno della casa.

8 - RIZZOLO

Caratteristiche geomorfologiche

L'ambito territoriale è impostato a Sud su di un'ampia area di scisti filladici ad intercalazioni di calcari detritici, mentre a Nord affiorano degli argilloscisti disposti in una stretta fascia ad andamento NE-SW, con presenza di limitati affioramenti ofiolitici, delimitati a Nord dall'imponente rilievo di calcari dolomitici di M. Carlo.

La natura prevalentemente argillitica dei litotipi presenti in questo ambito, fa sì che gran parte delle aree investigate risultino coperte da coltri detritiche eluvio-colluviali che in alcuni casi risultano avere anche un discreto spessore.

Rientrano fra queste l'estesa coltre che si estende fra il Castello di Pietralavezzara e Lastrico; quella presente nel versante posto in sponda sinistra del torrente Verde, fra Loc. Campora e Loc. Cascinetta; quella all'altezza di Loc. Ponteferriera, sempre in sponda sinistra del Verde; le coltri cartografate presso Loc. Villa Maria; gran parte della zona urbanizzata di Campomorone e nei dintorni.

La parte più settentrionale dell'ambito è attraversata dal rio Rizzolo, impostato sul contatto fra gli argilloscisti (in sponda sinistra) ed i calcari dolomitici di M. Carlo (in sponda destra).

Il versante, in sponda destra presenta una elevata acclività (> 50 %) che però corrisponde ad una discreta stabilità del versante, interessato da formazioni calcaree con giacitura favorevole degli strati.

La scarsissima vegetazione favorisce condizioni di ruscellamento superficiale che non consente l'instaurarsi di un sufficiente processo pedogenetico.

Il versante sinistro della valle del rio Rizzolo, pur avendo una pendenza media nettamente inferiore e copertura vegetale abbastanza omogenea, interrotta raramente da zone a coltivi, presenta numerose zone suscettibili al dissesto, localizzate soprattutto alla testata dei numerosi affluenti a regime torrentizio.

Alcuni di questi movimenti, che interessano soprattutto lo strato di copertura superficiale, sono riconoscibili, ma attualmente inattivi: è il caso di località Lazon, dove, subito a Nord si individuano, nettamente, almeno due corone di frana, mentre sul probabile corpo di frana si è stabilito un insediamento agricolo.

Questo tipo di associazione, insediamenti agricoli-frane inattive, sono abbastanza frequenti in tutto il bacino, a causa della favorevole pendenza del versante e della abbondanza di suolo coltivabile, in corrispondenza dell'antico corpo di frana, che, in ogni caso, possono rappresentare situazioni di rischio potenziale.

Zone di frana attiva, databili prevalentemente agli eventi atmosferici del 1994, si possono osservare nel versante posto a Sud di Loc. Lazon, subito ad Est di Pietralavezzara.

Più a Nord, presso Loc. Bigela, tutta la testata del rio Rizzolo risulta interessata da dissesti assai diffusi, con tutto il versante interessato da fenomeni di soliflusso causati da erosione al piede da parte delle numerose linee di drenaggio che confluiscono a formare il rio Rizzolo.

Un importante movimento franoso di crollo databile al 1993, si è verificato all'interno degli argilloscisti, per erosione al piede del versante compreso fra il rio Rizzolo ed il piccolo affluente in sponda destra impostato sul contatto, di tipo tettonico, fra calcari ed argilloscisti.

Un'area da tempo soggetta a dissesto è quella situata in prossimità della confluenza fra rio Rizzolo e rio d'Iso, in prossimità del centro abitato di Isoverde, dove anticamente si svolgeva una intensa attività estrattiva di gesso. L'area soggetta a frane di crollo è stata perimetrata sulla base di sondaggi. Ciò non esclude che in un intorno significativo debbano essere prese misure di attenzione a causa dell'incertezza, in difetto, dei limiti delineati.

Essa si sviluppava per più di un ettaro, in gallerie sotterranee, nella zona compresa fra la chiesa ed il cimitero di Isoverde, attualmente in gran parte ricoperta da terreno di riporto. La causa dei dissesti superficiali è proprio il verificarsi del cedimento di questi percorsi sotterranei.

I cedimenti si sono verificati soprattutto durante i periodi susseguenti ad intense precipitazioni, con aperture di cavità anche di un metro di diametro, con comparsa di lesioni sia sul cimitero che su abitazioni vicine, fino ad interessare i primi tornanti della strada comunale Isoverde-Langasco.

Proseguendo verso Sud, sul versante sinistro del torrente Verde, tra le località di Rebora e Campora, affiorano argilliti scistose appartenenti all'Unità M. Figogna, molto alterate, piegate e fratturate, soprattutto in corrispondenza delle alternanze più calcaree, dove si instaurano vie preferenziali per le acque di percolazione.

Qui nel 1981 si è verificata una frana di una certa rilevanza che ha interessato il versante fra quota 185 m e quota 150 m, determinando l'interruzione della strada vicinale di Carpena. Sopra la nicchia di distacco è situata un'abitazione che non ha subito danni, tranne alcune lesioni a modeste infrastrutture contigue.

Nonostante gli interventi effettuati successivamente, si sono verificati lenti e costanti movimenti, che interessano lo strato superficiale di terreno, anche in altri punti del versante, situati più a monte.

Una situazione particolarmente critica è stata riscontrata lungo i versanti immediatamente prospicienti il corso d'acqua che ha le sue sorgenti subito a Sud di Villa Maria Rosa, fra il Castello di Pietralavezzara e Casa Novelletto. Il corso del torrente scende in direzione N-S, fra Lastrico e Langasco, per poi svoltare in direzione NW-SE, prima di gettarsi nel torrente Verde, in corrispondenza di località Campora. In gran parte il corso d'acqua è impostato su lineamenti tettonici, esercitando una notevole azione erosiva alla base dei versanti.

Questi, denotano, oltre ad una notevole acclività, soprattutto in sponda sinistra, la presenza di litotipi prevalentemente argillitici, molto fratturati e piegati, sovrastati da un discreto spessore di suolo vegetale, su cui radica una vegetazione spontanea molto degradata spesso causa del verificarsi di diffusi movimenti di scivolamento di materiale alterato e di vegetazione, che va ad impedire il normale deflusso delle acque.

Molto frequenti sono le zone terrazzate coltivabili in disuso, spesso sede preferenziale di dissesti, dovuti soprattutto alla cattiva manutenzione dei muretti a secco.

Dopo gli ultimi eventi atmosferici, sono stati effettuati, lungo la parte bassa del corso d'acqua, numerosi lavori di ripulitura ed arginatura del torrente con pavimentazione della parte finale.

Si può comunque, rilevare che, nel punto di attraversamento della sede stradale, esiste una insufficiente (ridotta anche dalle ultime opere effettuate) sezione del ponte, che nel caso di cospicue precipitazioni potrebbe provocare l'allagamento della sede stradale, da parte delle acque e dei detriti provenienti dal torrente.

I versanti compresi fra Campora e la zona urbanizzata di Campomorone, sono in prevalenza zone adibite nel passato ed attualmente a pratiche agricole, che presentano, diffusamente, alcuni segni di dissesto, soprattutto legati al soliflusso, dello strato superficiale di suolo, causati, oltre che da una cattiva manutenzione dei terrazzamenti artificiali e delle opere di drenaggio, da una innata tendenza dello strato superficiale dei versanti a subire lenti movimenti, spesso accelerati dall'imbibizione idrica alimentata o da locali emergenze idriche o a causa di eccezionali eventi atmosferici.

9 - GIOVENTINA

Caratteristiche geomorfologiche

Il corso del rio Gioventina, ad andamento prevalentemente NNW-SSE, coincide con il limite, stratigrafico fra la Formazione della Argille a Palombini del Passo della Bocchetta verso Ovest e la Formazione delle Argilliti di Mignanego.

La forma del reticolo è fortemente influenzata da faglie e fratture a direzione W-E , con affluenti allineati su entrambi i versanti secondo questa direzione preferenziale.

L'ultima parte del percorso è caratterizzata da alcuni falsi meandri causati dal cambiamento del percorso del torrente secondo vie preferenziali parallele alla stratificazione che, in questa zona, risulta fortemente interessata da movimenti plicativi.

Entrambi i versanti sono interessati dalla presenza di estese coperture detritiche, originatesi sul versante sinistro, prevalentemente da accumuli di frana, e sul versante destro da depositi di origine eluvio-colluviale, con sviluppo di paleosuoli rossastri.

È quest'ultimo che denota condizioni di maggior stabilità, dovuti oltre alle migliori caratteristiche litotecniche delle rocce del substrato, anche alle favorevoli condizioni giaciture.

Alla testata del rio, posta ad Est di Langasco, si estende un'ampia area caratterizzata dalla presenza di un'abbondante copertura detritica, diffusamente coltivata, soggetta a lenti e continui movimenti di soliflusso che culminano in locali movimenti franosi, soprattutto nelle zone dove i corsi d'acqua esercitano azione erosiva più intensa.

Scendendo verso Sud, sul versante sinistro, si individuano alcuni accumuli detritici originatisi da corpi franosi ormai inattivi, come a Nord Ovest ed a Sud Ovest di Casa Bustalli o alcune corone di frana come quella ad Est di località Giunchi.

Una zona che evidenzia segni di movimenti diffusi non cartografabili e momentaneamente quiescenti, si trova subito a Sud Est della sommità del Bric Bastia, in corrispondenza della coltre detritica proveniente dal denudamento del ripido versante est della collina e che si trova apparentemente in una condizione di equilibrio limite, posta alla testata di uno degli affluenti del rio Gioventina.

Poco più a Sud, alla base di un accumulo di antica frana, durante l'alluvione del 1994, si è verificato un movimento franoso di una certa entità che ha coinvolto i terreni coltivati e la viabilità di una fattoria posta subito a monte del movimento.

Altri movimenti di minore intensità si sono verificati alcune centinaia di metri più a monte, ma sempre nella zona delimitata dall'antico corpo di frana. Ciò ci fa supporre che gli eventi atmosferici siano stati causa scatenante della riattivazione del vecchio corpo di frana, finora quiescente.

Catalogo dei Principali Movimenti Fransi

Nel *Catalogo dei Principali Movimenti Fransi*, nel quale sono raccolte le Schede per il Censimento dei Movimenti Fransi, ogni fenomeno franoso è stato identificato con un codice progressivo, indicando le sigle del rilevatore e la data del rilievo in sito.

E' da sottolineare che le Schede non riguardano tutti i movimenti franosi cartografati, ma solo alcuni, i principali, definiti sulla base dei seguenti criteri:

- aree caratterizzate da un particolare stato di dissesto, in relazione all'estensione e ai volumi coinvolti;
- settori dove si rilevano interferenze tra aree dissestate e centri abitati, con danni in atto o condizioni di rischio potenziale.

Descrizione della scheda di censimento

All'interno della sezione *Dati Generali* vengono indicati la Provincia, la Comunità Montana, il Comune, l'Ambito di Bacino, il Bacino ed il Sottobacino idrografico di appartenenza. Viene indicata l'Ubicazione tramite le coordinate, espresse nel sistema Gauss-Boaga, di norma del punto più alto di coronamento, l'altitudine, la quota di coronamento e la quota del punto inferiore, espressi in metri s.l.m., il numero della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 con il nome della località e i voli aereofotogrammetrici, con l'anno, il numero di strisciata ed il numero di fotogramma, in cui la frana ricade.

Nella sezione *Dati Descrittivi* viene indicato lo Stato di Attività della frana; se i dati sono disponibili vengono forniti la data di inizio del movimento, l'eventuale evoluzione della nicchia di distacco e la data dell'intervento di bonifica. Sono indicate le Dimensioni, in metri, della frana secondo lo schema allegato alla scheda-tipo (si precisa che alcuni dati, indicanti l'area interessata, il volume di materiale, la profondità massima, l'altezza massima e l'altezza della scarpata principale, sono spesso omessi perché difficilmente valutabili, senza ulteriori indagini). Sono inoltre indicati alcune *Caratteristiche della frana*, quali: inclinazione dell'accumulo e del pendio, espresse in gradi, esposizione, spessore della coltre al contorno, tessitura dell'accumulo, litologia e formazione di appartenenza e condizioni di giacitura o scistosità. Per le *Condizioni Idrologiche ed Idrogeologiche*

sono riportate informazioni, separatamente per il versante e per il corpo di frana, riguardo alle acque superficiali, al tipo e alla direzione di deflusso, alla presenza di sorgenti ed a ulteriori indicazioni idrogeologiche. Vengono infine fornite indicazioni di massima relative all'Uso e Copertura del Suolo e alla Vegetazione.

Nella sezione indicante la *Classificazione* è indicata la Tipologia del movimento franoso.

Quando identificabili od ipotizzabili, le *Cause del Dissesto* sono segnalate nell'omonima sezione, suddivise in naturali ed antropiche ed indicate come fattori predisponenti e/o di innesco.

Nella sezione *Danni* sono riportate indicazioni di massima sull'entità dei danni realmente subiti da cose o persone, o che potrebbero potenzialmente verificarsi.

Nella sezione *Indagini* è data segnalazione di particolari interventi od indagini a carattere geotecnico già eseguiti o da eseguire e di eventuali relazioni o pubblicazioni riguardanti il movimento franoso.

Nella sezione *Interventi* sono riportati con maggiore dettaglio gli interventi di carattere Vario, ed Idraulico-Forestale e di quelli relativi a Drenaggi e ad Incremento delle Forze Resistenti già eseguiti o da eseguire.

Vengono infine indicate la eventuale *bibliografia* presente sull'evento e le eventuali *note* (dati storici sul dissesto, interviste ad abitanti locali e/o tecnici dei Comuni interessati); allegato ad ogni scheda viene inoltre fornito uno stralcio cartografico, dove viene indicata la posizione e, dove cartografabile, l'area interessata dal fenomeno franoso, ed una fotografia del dissesto, quando localizzato, o dell'areale coinvolto, quando il fenomeno interessa una zona più estesa, illustrante gli aspetti essenziali del dissesto ed eventualmente la tipologia e l'entità dei danni a strutture ed infrastrutture.

2.3.5 Aree in erosione

Per quel che riguarda l'erosione ed il dilavamento dei versanti, si può ricordare che sono dovuti a molteplici cause, quali la natura del materiale, i fattori morfologici, i fattori climatici, il tipo di copertura vegetale e i fattori antropici. Nel territorio studiato sono intensi i processi erosivi dovuti alle acque dilavanti ed ai corsi d'acqua.

Sono state analizzate forme e processi d'erosione idrica sia perché essi 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 lungo i versanti.

I fenomeni di ruscellamento diffuso e di erosione concentrata di fondo lungo gli impluvi si manifestano spesso associati e portano ad un dilavamento dei versanti con l'asportazione della coltre di suolo superficiale, specie nei tratti più montani, laddove incidono litotipi teneri o coltri di versante.

Nel bacino del torrente Verde, mentre si è riscontrata una intensa attività erosiva sui versanti a maggiore acclività, si ha, soprattutto in occasione di eccezionali eventi atmosferici, sovralluvionamento delle aste fluviali di ordine superiore, preferenzialmente in corrispondenza

delle principali rotture di pendio e delle principali anomalie gerarchiche; la parte terminale del torrente Verde ha, normalmente, un regime di sedimentazione.

2.3.5.1 Erosione concentrata di fondo e spondale

Episodi di erosione spondale sono piuttosto diffusi lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico. Fenomeni di questo tipo, che portano talvolta allo scalzamento al piede di versanti o di opere idrauliche lungo le sponde esterne con i conseguenti dissesti indotti, sono localizzati principalmente nei tratti d'alveo in corrispondenza di anse più o meno accentuate.

Sono stati, altresì, 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 l'evoluzione nel tempo dei versanti.

Per quanto riguarda i fenomeni di dissesto lungo la rete idrografica, sussistono rilevanti differenze tra il settore collinare-montano e quello di pianura. In particolare nel settore di pianura (a valle di Bolzaneto) i dissesti di sponda sono generalmente limitati, anche in relazione alla significativa presenza di opere di difesa; l'alveo del torrente Polcevera, ad eccezione di brevi tratti a contatto con il versante destro, si sviluppa prevalentemente entro un settore di pianura alluvionale terrazzata e i fenomeni erosivi risultano pertanto ininfluenti sulla stabilità dei versanti.

L'erosione di fondo risulta invece attivissima su tutto l'ampio ventaglio di testata e interessa il reticolo minore, costituito in prevalenza da aste piccole o piccolissime a deflusso stagionale o temporaneo. Il reticolo risulta poco evoluto, con settori ad elevata anomalia gerarchica (cfr. gerarchizzazione di Strahler riportata negli elaborati cartografici).

Tale scarso grado di maturità idrografica del settore superiore del bacino, deriva, come detto, da un generale e marcato processo di ringiovanimento del reticolo, per cause prevalentemente tettoniche, tipico su tutto il versante sud dell'Appennino Ligure, come testimoniato dai più recenti ed autorevoli studi in materia.

I fenomeni più rilevanti di questo tipo riguardano tutto il settore di testata del torrente Riccò, le cui aste minori affluenti (in particolare il rio Riasso) si sviluppano entro profonde incisioni nell'ambito delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta, con profilo di fondo reso irregolare dai numerosi dissesti recenti afferenti all'alveo. Significativa è la situazione del rio d'Iso, in cui i fenomeni di ringiovanimento hanno determinato l'innescò di dissesti con altezza fino anche a un centinaio di metri e il conseguente arretramento dello spartiacque, ormai prossimo alla cattura delle aste di testata del torrente Lemme, sul versante padano.

Nell'ambito dell'area di affioramento dei calcari della Formazione di Ronco (settore orientale del bacino), la densità areale risulta di poco inferiore a quella riscontrata per le formazioni argillose del settore centrale, risultando però l'abbassamento di fondo di entità notevolmente inferiore, in ragione della competenza del substrato. Seppure meno marcata rispetto ai rilievi dell'Unità Val Polcevera, l'erosione regressiva entro i calcari è causa di dissesti attivi in tutti i settori più elevati delle aste torrentizie, come evidenziato dalle frane complesse presenti alla testata dei sottobacini dei torrenti Riccò e Secca.

2.3.5.2 Erosione diffusa

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 alcune situazioni si è spesso rilevato che l'azione erosiva e l'azione gravitativa sono in stretto rapporto; in tali casi il termine "erosione" è stato utilizzato nel suo significato più ampio.

Le simbologie previste da questa voce sono state usate per cartografare le situazioni di erosione in atto dovute all'azione delle acque dilavanti. Si evidenzia, a questo proposito, come questo tipo di fenomeni sia diffuso su tutta la superficie del bacino, sia per la particolare natura geolitologica e tettonica già viste, sia per la notevole acclività dei versanti. Si riscontra una maggiore concentrazione dei fenomeni nel settore sud-Est del bacino, in prossimità di Bric dei Corvi e Bric la Bianca.

2.3.6 Depositi alluvionali frange pedemontane

Nell'ambito dell'analisi delle coperture superficiali è stata valutata la distribuzione delle alluvioni di fondovalle: le coltri alluvionali mobili attuali e quelle recenti per lo più terrazzate o miste a detrito della fascia pedemontana e delle valli secondarie; in particolare:

- le alluvioni mobili attuali corrispondono alle zone di alveo attuale ed attivo, ampliato dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d'acqua;
- le alluvioni terrazzate recenti rappresentano le aree pianeggianti lungo il corso del torrente Polcevera, con ampio sviluppo nel tratto terminale ed i fondovalli dei principali affluenti. Detti terrazzi, rilevati qualche metro rispetto l'alveo attuale, sono ampiamente antropizzati, rivelandosi favorevoli per gli insediamenti e l'agricoltura, nonostante possano essere interessati dalle piene dei corsi d'acqua.

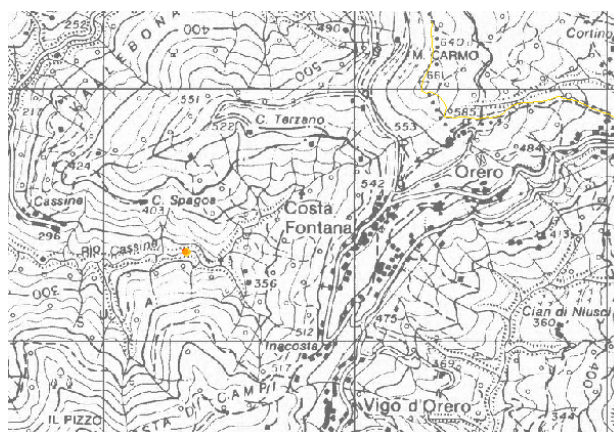
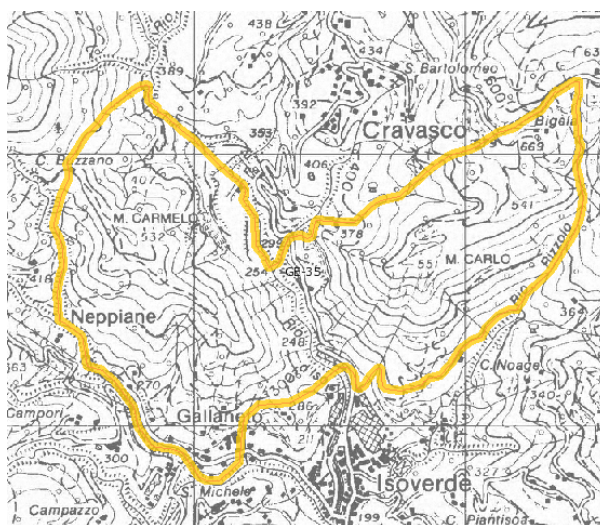
2.3.7 Aree carsiche e grotte

Nel bacino del t. Polcevera, sono state individuate alcune aree carsiche e grotte, la cui ubicazione viene allegata di seguito: in particolare, un'estesa area carsica è localizzata a valle di Cravasco, in comune di Campomorone, ed alcune grotte sono state identificate nei comuni di Serra Riccò, Ceranesi, Mignanego e Campomorone. Nessuna grotta in comune di Genova né di S. Olcese. I dati sono stati reperiti sul sito internet della Regione Liguria "cartografiainterrativa.it" e sono stati individuati ai sensi dell'art.4 della L.R. n.14/1990 e della L.R. 39/2009.

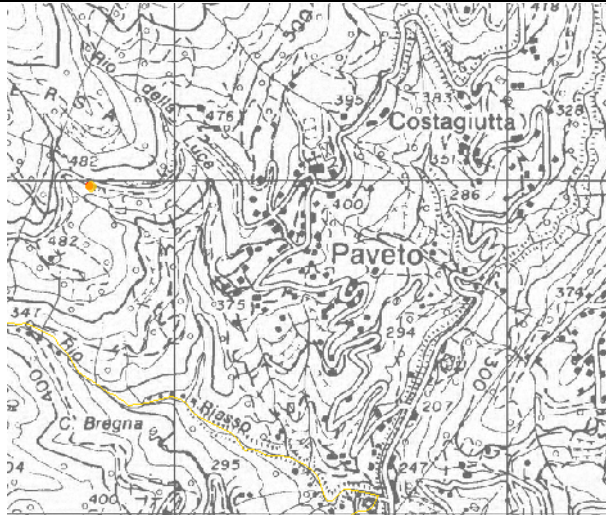
Risultato della Selezione	
Identificativo	35
Codice Area	GE-35
Nome Area	ISOVERDE

AREA CARSICA

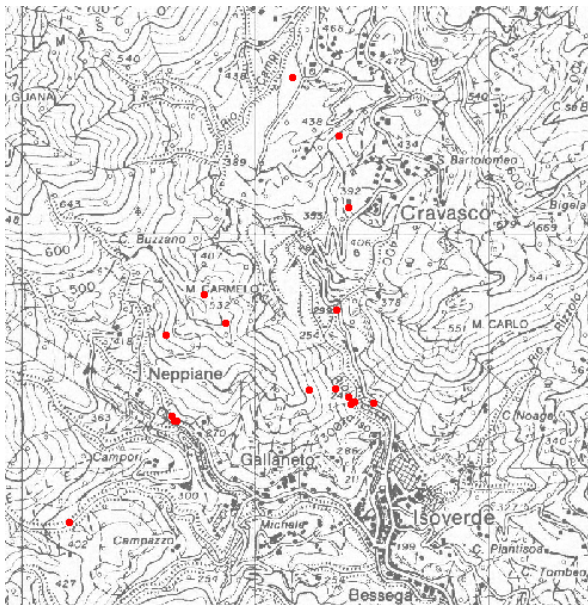
GROTTE



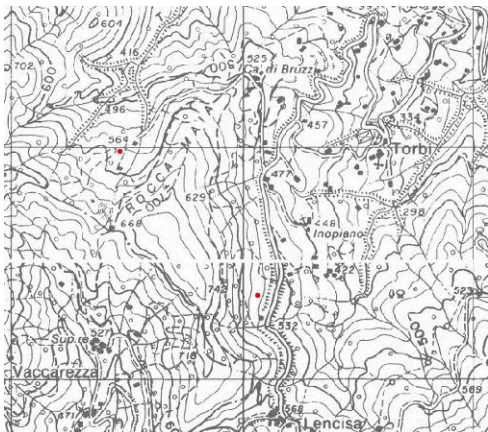
Comune di Serra Riccò, "Tanna do drago"



Comune di Mignanego, "Tana dei ragni"



Comune di Campomorone, "varie località"



Comune di Ceranesi

2.3.8 Cave e miniere

E' noto come i fenomeni antropici determinano forti interferenze con l'assetto dei versanti e l'evoluzione geomorfologica naturale del territorio.

Per alcuni elementi antropici si è analizzata la rilevanza che questi hanno sul territorio esaminato; in particolare si sono individuate le modificazioni connesse ad attività estrattive di cava ed alla realizzazione di sbancamenti e riporti di impatto areale significativo. Sono state inserite le indicazioni relative alle cave attive ed inattive presenti sul territorio del bacino del torrente Polcevera in considerazione dell'importanza che tale attività riveste ed ha rivestito in passato. Entro l'area di studio l'attività estrattiva risulta molto contenuta, attualmente volta allo sfruttamento di materiali da costruzione. In passato sono stati utilizzati intensamente i calcari del Flysch dell'Antola, affioranti nel settore orientale del bacino, sia in blocchi che come pietra da cemento. L'attività estrattiva ha inoltre interessato oficalci e altri litotipi del complesso ofiolitico affiorante nella fascia nord-occidentale del bacino ("Marmo Verde del Polcevera"), seppure la compattezza e qualità degli ammassi rocciosi presenti nell'area di studio sia da sempre risultata inferiore rispetto ai settori adiacenti. Si segnala anche da tempi remoti l'attività estrattiva di marne e argille in alcuni settori della fascia centrale del bacino (Unità Val Polcevera). A Pontedecimo, ad esempio, sulla sinistra del torrente Polcevera, veniva usato per fabbricare mattoni refrattari un deposito argilloso potente 6 m, prodotto dalla degradazione di argilloscisti cretacei.



Viene riportata una tabella riassuntiva (Tab. 1) delle caratteristiche tecniche delle cave censite, seguita da una descrizione delle principali cave presenti nel bacino del T. Polcevera, la cui ubicazione è riportata nella Tav. 5a "Carta delle attività estrattive". Attualmente solo due siti sono interessati da ricerche attive ancora in corso, una di notevoli dimensioni cava "Castellaro", a nord di Isoverde, nel Comune di Campomorone viene utilizzata per l'estrazione di materiali dolomitici e calcareo-

dolomitici; l'altra a Pietralavezzara (loc. Luezza) recentemente viene riutilizzata per l'estrazione di oficaliti (Verde Polcevera).



Piano Cave 2008: Cave a cielo aperto

1

Risultato della Selezione	
Identificativo	11421
Regime Normativo PTCP	TRZ
Sigla	2 GE
Nome Cava	Castellaro
Comune	CAMPOMORONE
Località	Cravasco
Numero Foglio CTR 10000	213070
Numero Tavola 25000	8
Tipo Cava	cava di tipo B
Tipologia Materiale	Dolomia e calcare dolomitico utilizzato per la produzione di: inerti per usi edili e stradali, sabbie, pietrischi,ghiaie;massi per le protezioni spondali marittime e fluviali
Sistema di Coltivazione	a cielo aperto
Modalità di Coltivazione	a gradoni
Sistema di Abbattimento	con esplosivo e meccanico
Viabilità di Collegamento	Si conferma la viabilità' esistente
Parametri Edilizi	
Disposizioni Particolari	
Atto/Data Approvazione Zona	DCR n. 7 del 27/02/2008
Data Aggiornamento	19/10/2013



Piano Cave 2008: Cave a cielo aperto

2

Risultato della Selezione	
Identificativo	11422
Regime Normativo PTCP	TRZ
Sigla	4 GE
Nome Cava	Montecarlo
Comune	CAMPOMORONE
Località	Cravasco
Numero Foglio CTR 10000	213070
Numero Tavola 25000	8
Tipo Cava	cava di tipo D
Tipologia Materiale	Dolomia e calcare dolomitico utilizzato per la produzione di inerti per usi edili e stradali, sabbia, pietrisco, ghiaia
Sistema di Coltivazione	a cielo aperto
Modalità di Coltivazione	a gradoni
Sistema di Abbattimento	con esplosivo e meccanico
Viabilità di Collegamento	Si conferma la viabilità' esistente
Parametri Edilizi	Non e' consentita la realizzazione di fabbricati di servizio
Disposizioni Particolari	Cava ricadente all' interno di un' area individuata di interesse carsico, con D.G.R. n. 6665 del 23 settembre 1994, ai sensi della legge regionale 3 aprile 1990, n. 14 e successive modificazioni. L' accertamento previsto all' art. 25, terzo comma, lettera b), delle N.d.A. del presente piano, dovrà' essere effettuato almeno sei volte l' anno.
Atto/Data Approvazione Zona	DCR n. 16 del 29/02/2000
Data Aggiornamento	19/10/2013



Piano Cave 2008: Cave a cielo aperto

3

Risultato della Selezione	
Identificativo	11420
Regime Normativo PTCP	Ca
Sigla	3 GE
Nome Cava	Ex Cava di Verde Polcevera
Comune	CAMPOMORONE
Località	Pietralavezzara
Numero Foglio CTR 10000	213070
Numero Tavola 25000	8
Tipo Cava	nuova localizzazione
Tipologia Materiale	Oficalcite "verde polcevera" utilizzata per rivestimenti interni ed esterni
Sistema di Coltivazione	a cielo aperto
Modalità di Coltivazione	fronte unico
Sistema di Abbattimento	meccanico
Viabilità di Collegamento	Si conferma la viabilità esistente
Parametri Edilizi	Sono consentiti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulle volumetrie esistenti
Disposizioni Particolari	Cava di interesse scientifico per cui si richiede che nella progettazione della sistemazione finale sia prevista la realizzazione di uno spaccato che consenta la lettura e la visione areale delle caratteristiche petrografiche.
Atto/Data Approvazione Zona	DGR n. 432 del 12/04/2001
Data Aggiornamento	19/10/2013

Tabella 1 – CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE CAVE CENSITE

COD. CAVA	COMUNE	UBICAZIONE E VIABILITA' PRINCIPALE	SITUAZIONE	MATERIALI (Tra parentesi la sigla geolitologica)	P.T.R.A.C.	FOTO
1	Campomorone	Loc. Baracche (strada per il Passo della Bocchetta)	Inattiva (cessata)	Calcarei cristallini quarzoso-micacei (c VOL CRV)	/	
2	Campomorone	Loc. Luezza (strada per il Passo della Bocchetta)	Attiva	Oficalciti (Marmo Verde del Polcevera) (db/mb – FIG)	Nuova localiz.	
3	Campomorone	Rio Riasso (strada per il Passo della Bocchetta)	Inattiva (cessata)	Oficalciti (Marmo Verde del Polcevera) (db/mb – FIG)	/	
4	Campomorone	Versante E di M. Carmelo (strada Isoverde-Cravasco)	Attiva (Cava Castellaro)	Dolomie e calcari dolomitici (do DPR GZI)	Cava di tipo C	X
5	Campomorone	Pendici W di M. Carlo (strada Isoverde-Cravasco)	Inattiva (cessata)	Dolomie e calcari dolomitici (do DPR GZI)	Cava di tipo D scheda n. 58	X
6	Campomorone	N di Isoverde lungo strada per Cravasco adiacente a cava n.5	Inattiva (cessata)	Dolomie e calcari dolomitici (do DPR GZI)	/	X
7	Campomorone	Presso centrale idroelettrica di Gallaneto (strada Isoverde-Gallaneto)	Inattiva (cessata)	Dolomie e calcari dolomitici (do DPR GZI)	/	X
8	Campomorone	Zona tra la chiesa ed il cimitero di Isoverde	Inattiva (cessata)	Gessi	/	
9	Campomorone	Lungo la strada per il Passo della Bocchetta	Inattiva (cessata)	Gessi	/	X

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

COD. CAVA	COMUNE	UBICAZIONE E VIABILITA' PRINCIPALE	SITUAZIONE	MATERIALI (Tra parentesi la sigla geolitologica)	P.T.R.A.C.	FOTO
11	Ceranesi	Pendici E del M. Orditano (strada per i Piani di Praglia)	Inattiva (cessata)	Serpentiniti (sr BEI BPO)	/	X
12	Ceranesi	Pendici E del M. Orditano (strada per i Piani di Praglia)	Inattiva (cessata)	Serpentiniti (sr BEI BPO)	/	
13	Ceranesi	S. Martino di Paravanico – Loc. Costa	Inattiva (cessata)	Dolomie e calcari dolomitici (do DPR GZI)	/	X
14	Ceranesi	S. Martino di Paravanico	Inattiva (cessata) (cava Gea/Pin detta S.Martino)	Serpentiniti localmente brecciate (sr – CRV)	Cava di tipo C	
16	Ceranesi	S. Martino di Paravanico sul versante opposto rispetto a cava n.14	Inattiva (cessata)	Serpentiniti localmente brecciate (sr – CRV)	/	X
19	Serra Riccò	Ai bordi del tracciato stradale Pedemonte-Casella	Inattiva (cessata)	Calcari marnosi con calcareniti ed argillocisti (cm ROC VPC)	/	
20	Sant'Olcese	E del centro abitato nella zona di M. Tullo (strada per Casella)	Inattiva (cessata)	Sequenze calcaree più o meno marnose con argillocisti (cm FAN FAN)	/	
21	Sant'Olcese	Loc. Piccarello (strada Sant'Olcese - Casella)	Inattiva (cessata)	Sequenze calcaree più o meno marnose con argillocisti (cm FAN FAN)	/	
22	Sant'Olcese	Loc. Piccarello (strada Sant'Olcese - Casella)	Inattiva (cessata)	Sequenze calcaree più o meno marnose con argillocisti (cm FAN FAN)	/	

CAVA N. 2 – “LUEZZA”

Individuazione, situazione e materiali

La “Cava n. 2” corrisponde ad una vecchia cava recentemente riutilizzata per l'estrazione di materiali brecciati serpentinitici, tettonici e sedimentari a cemento carbonatico (Marmo Verde del Polcevera), che qui affiorano unitamente a metabasalti, appartenenti entrambi alla Zona Sestri – Voltaggio (Unità di M. Figogna).

La roccia oficalcica si presenta in condizioni massicce, caratterizzata da elevato grado di tettonizzazione con fratture assai diffuse ad andamento variabile. Abbondanti i fenomeni alterativi con presenza di porzioni serpentinitiche ad alta concentrazione di minerali talcosi.

Il fronte è unico con sviluppo in altezza massima approssimabile sulla cinquantina di metri, molto maggiore è quello in lunghezza, che raggiunge approssimativamente i duecento metri; la parete ha un profilo irregolare, ed è priva di gradonatura con porzioni rocciose in condizioni a strapiombo.

CAVA N. 3 – “RIASSO”

Individuazione, situazione e materiali

La cava, attualmente abbandonata, venne utilizzata per la coltivazione di materiali ornamentali di natura serpentinitica brecciata (Marmo Verde del Polcevera).

La roccia oficalcica affiora con relativa abbondanza, risultando, anche in questo caso, caratterizzata da una sensibile tettonizzazione, con dislocazioni ben visibili e fratture diffuse ad andamento vario.

Il fronte di scavo è unico, con profilo assai irregolare di tipo sub-verticale, localmente a strapiombo; l'altezza massima è approssimabile sulla ventina di metri e lo sviluppo in lunghezza è superiore, raggiungendo la trentina ed oltre.

I sistemi di abbattimento e l'impiego dei materiali cavati erano del tutto simili a quanto esposto per la “Cava n. 2”; le condizioni strutturali della massa oficalcica, più disturbata, dovevano, però, permettere una minore resa percentuale di lastre e blocchi da taglio.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

La stabilità del versante non è ottimale, sono infatti identificabili alcune porzioni della parete fortemente tettonizzate suscettibili di distacchi e crolli accidentali. Le condizioni del fronte sub-verticale, privo di gradonatura, possono inoltre facilitare questi fenomeni.

Nelle zone basali della parete sono presenti accumuli detritici di tipo a conoide con elementi di dimensioni variabili, piuttosto contenute (fino ad alcuni decimetri).

Complessi risultano, anche in questo caso, gli interventi di recupero necessari: solo un cambiamento radicale del profilo della parete (gradonatura) permetterebbe infatti un netto miglioramento della situazione.

Il fronte di cava possiede un discreto sviluppo, comportando sensibili effetti di degrado sul versante e favorendo notevolmente l'esplicarsi degli effetti alterativi sul substrato (litoideo) già parecchio tettonizzato.

Fortunatamente la presenza di un piazzale di cava, ben sviluppato, utilizzato come area di rispetto, impedisce che cadute e frammenti accidentali possano interessare le zone limitrofe.

Lo sviluppo di un profilo gradonato, oltre a migliorare l'equilibrio del pendio ed a permettere una difesa dagli agenti disaggregativi, con protezione dei gradoni, permetterebbe una più facile opera di recupero ambientale, il fronte infatti non presenta alcun processo di rinverdimento.

Escludendo lo sviluppo di gradonatura, il fronte necessiterebbe comunque di altri interventi minori, che dovrebbero attuarsi con una certa rapidità. La parete andrebbe infatti correttamente disgiunta, mentre le zone di ex piazzale e gli ambiti soprastanti il fronte dovrebbero essere recintati per impedire il libero accesso.

Una periodica opera di controllo dovrebbe esaminare la zona in modo da prevenire l'innescò di gravi situazioni di pericolo.

Nelle zone antistanti la cava è identificabile una zona di discarica in pendio, con accumuli caotici per gravità di blocchi anche di dimensioni sensibili. La discarica arriva ad interessare le zone di alveo del Rio Riasso e, pur presentando attualmente un buon grado di rinverdimento ed

assestamento, potrebbe essere suscettibile di qualche cedimento assai pericoloso. Sono presenti già locali cedimenti e lungo le sponde del Rio sono state realizzate briglie trasversali per diminuire la velocità del corso d'acqua e opere di difesa spondale mediante muri cellulari, che attualmente risultano sottoscalzati.

Opportuni anche in questo caso interventi di stabilizzazione del corpo franato, onde assicurare il libero deflusso del piccolo rivo.

La porzione molto esposta del sito, chiaramente visibile, rende necessarie operazioni di rinverdimento finale, attuabili prevedendo la piantumazione di essenze arboree nella zona di piazzale.

CAVA N. 4 – “CASTELLARO”

Individuazione, situazione e materiali

Polo estrattivo situato sul versante E di M. Carmelo tra Isoverde e Cravasco, caratterizzato da ricerche attive molto importanti. Si estraggono materiali dolomitici, calcareo-dolomitici (Dolomia principale – Unità M. Gazzo-Isoverde). La formazione affiora in strati e bancate con potenza compresa tra 0,5 e 2 metri e le condizioni giaciture risultano essere molto variabili. Data la vastità del fronte, inoltre, anche la composizione risulta varia, passando da zone molto compatte ad altre con materiale friabile con alte percentuali di materiale fine, argilloso.

La cava prevede attualmente un'unica vasta area di abbattimento, mentre inizialmente erano previsti tre distinti fronti, oggi quasi non più distinguibili. Il fronte si sviluppa in altezza per un massimo di circa 100 metri ed in lunghezza per circa 400. Una parte della cava ormai dismessa è stata destinata al recupero attraverso l'utilizzo dello smarino derivante dai lavori per la realizzazione del Terzo Valico.



Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Mentre le aree più a nord e centrali presentano una gradonatura efficace, la zona più a sud, sede probabilmente di vecchie ricerche, presenta un profilo sub-verticale con giaciture a franapoggio. La vasta area di abbattimento non pone particolari problematiche riguardo la stabilità dei versanti; una corretta gradonatura, unita ad una efficace regimazione delle acque superficiali, fornisce sufficienti garanzie di stabilità. Alcuni rivi presenti nell'area di cava sono stati incanalati. La vastità della cava comporta indubbiamente un notevole impatto ambientale, cui si potrà in parte ovviare con operazioni di ripristino, piantumazioni, inerbimenti e rimodellamenti delle scarpate.



CAVA N. 5 – “MONTECARLO”

Individuazione, situazione e materiali

La cava, dismessa di recente, è situata lungo le pendici W di M. Carlo, in sponda sinistra del Rio d'Iso, a nord di Isoverde. L'attività di cava, era finalizzata all'estrazione di dolomia e calcari dolomitici. La potenza degli strati varia tra pochi centimetri e 2 metri circa; la giacitura degli strati risulta variabile, passando da reggipoggio obliquo fino ad un andamento sub-verticale; evidenti livelli e sacche di alterazione, oltre che un diffuso sistema di fratturazione, per lo più ortogonale alla stratificazione, il quale ha favorito l'isolamento di blocchi o cunei di materiali in equilibrio precario.

Il fronte di cava si presenta “ad anfiteatro” asimmetrico, con il settore nord più approfondito rispetto al profilo originario e risagomato con tre livelli di gradoni al fine di aumentarne le condizioni di stabilità. La complessa morfologia della zona nord risulta quale conseguenza di processi di disturbo tettonico. L'attività di cava, prevedeva la produzione di inerti e confezionamento di calcestruzzo. Il sistema di coltivazione prevedeva l'uso di esplosivo.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Attualmente l'area di cava appare abbandonata: la zona di piazzale è stata adibita, da una società incaricata della raccolta dei RSU del Comune di Campomorone, a deposito dei propri mezzi. A testimonianza di ciò, la presenza attuale di numerosi cassonetti per la raccolta della spazzatura abbandonati. Inoltre sono evidenti, soprattutto nel settore sud, cumuli diffusi di rifiuti di varia natura, talvolta anche ingombranti (mobili, elettrodomestici, automezzi...); numerosi anche i resti di antichi macchinari di cava abbandonati.

Interventi di risanamento dovrebbero prevedere:

- il completamento della bonifica dei gradoni già realizzati e la gradonatura del restante fronte roccioso;
- il disgaggio delle porzioni di roccia in equilibrio precario;
- la regimazione delle acque superficiali con opere di canalizzazione, atte a convogliare le stesse direttamente nel sottostante Rio d'Iso. A tal proposito attualmente l'estremo settore N del fronte è interessato da diffusa e abbondante percolazione di acqua, la quale scorre nell'area di piazzale fino a formare un vero e proprio laghetto (circa 15 metri per 15) all'estremità W del piazzale;
- la sistemazione dell'area a monte della cava previa bonifica della scarpata in coltre terrosa;
- la piantumazione di essenze arboree, arbustive ed erbacee.

Giova ricordare come la formazione in questione, caratterizzata da permeabilità primaria nulla, presenta al contrario una elevata permeabilità secondaria, in rapporto alla densità e dimensioni delle fratturazioni. Una discreta solubilità propria delle rocce calcaree e calcareo-dolomitiche ha favorito l'instaurarsi di una diffusa attività carsica, testimoniata dal rinvenimento di numerose grotte su entrambi i versanti del Rio d'Iso: alcune sono state distrutte dalle attività estrattive.

CAVA N. 6 – LOC. ISOVERDE



Individuazione, situazione e materiali

Vecchio polo estrattivo, abbandonato, situato a nord di Isoverde, lungo la strada che conduce a Cravasco, adiacente alla “Cava n. 5”, sempre finalizzato all'estrazione di materiali dolomitici e calcareo-dolomitici. Anche in questo caso la roccia si presenta in bancate di potenza compresa tra 0,3 e 2 metri con giaciture variabili lungo il fronte. Presente una diffusa fratturazione ad andamento vario. Il fronte, ad anfiteatro, si sviluppa in altezza per una trentina di metri ed in lunghezza per circa 50. Si ipotizza l'impiego di esplosivi quale sistema di abbattimento.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Non si riscontrano problematiche di stabilità se non per quelle porzioni più tettonizzate, a contatto con la coltre vegetale, interessate anche da vie di defluenza idrica. A tal proposito si nota la realizzazione di una canaletta in cemento, alla base del fronte, in grado di convogliare le acque di percolazione direttamente nel Rio d'Iso sottostante. La sistemazione ottimale dell'area dovrebbe prevedere un rimodellamento del profilo e garantire per lo meno il disaggio delle porzioni più fratturate con una periodica opera di controllo. Comunque l'area di cava è inaccessibile grazie ad una rete di recinzione lungo la S.P. L'area immediatamente a sud della cava è stata interessata dal passaggio del tracciato del metanodotto; la zona è stata quindi risistemata con la realizzazione di gabbionate, muri di sostegno con pietre a vista e legnami, opere di regimazione delle acque superficiali e inerbimento finale.



CAVA N. 7 – LOC. CENTRALE IDROELETTRICA DI GALLANETO

Individuazione, situazione e materiali

Si tratta anche in questo caso di una vecchia area estrattiva di materiali dolomitici e calcareo-dolomitici (Dolomia principale – Unità M. Gazzo-Isoverde).

La roccia si presenta con caratteristiche simili ai siti precedenti e giacitura prevalentemente a franapoggio. Il fronte unico, con profilo irregolare sub-verticale, si estende in altezza ed in lunghezza per una trentina di metri circa; evidenti alcune vie di defluenza idrica in corrispondenza di fenomeni di alterazione.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

La parete non sembra destare particolari problemi di stabilità, anche se risulta necessario assicurare un costante controllo della situazione. Il fronte risulta essere poco visibile con fenomeni di rinverdimento. Si segnala che attualmente la zona di cava, recintata ed inaccessibile, viene utilizzata come deposito per attrezzature a servizio della centrale idroelettrica vicina.

Cava presso “centrale idroelettrica di Gallaneto”



CAVE DI GESSO N. 8 E N. 9 – LOC. ISOVERDE E STRADA PER IL PASSO DELLA BOCCHETTA

Individuazione, situazione e materiali

Indicazioni storiche rivelano l'esistenza di vecchie aree estrattive di materiali gessosi in corrispondenza di Isoverde (“Cava n. 8”) e lungo la strada che conduce al Passo della Bocchetta (“Cava n. 9”). Attualmente non sono più visibili testimonianze di questa attività, avendo la vegetazione ormai obliterato i limiti degli scavi.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale (solo per “Cava n. 8”)

Ricerche in sotterranea effettuate a Isoverde erano ubicate all'estremità orientale del paese, in prossimità del Rio Rizzolo, nella zona compresa tra la chiesa ed il cimitero. I principali punti di venuta a giorno delle gallerie risultano irriconoscibili, poiché ricoperti da materiale di riporto. Saltuariamente si verificano cedimenti superficiali, soprattutto in periodi susseguenti ad intense precipitazioni. Molto più gravi risultano i fenomeni di subsidenza che interessano alcuni palazzi circostanti (plinti di fondazione non più verticali ma molto inclinati), favoriti dalla presenza di tali gallerie, che agevolano il progredire dei processi carsici presenti in tale area. L'intera zona pianeggiante, utilizzata per molti anni come area giochi, venne successivamente recintata al fine di impedirne l'accesso; attualmente la zona è stata interessata dalla recente realizzazione di un vero e proprio impianto sportivo.



CAVA N. 13 – “DI CALCE”

Individuazione e situazione

Vecchia cava abbandonata (da circa 35 anni) di dolomia e calcari dolomitici nei pressi di S. Martino di Paravanico (Loc. Costa).

Materiali

La roccia si presenta fortemente tettonizzata e diffusamente fratturata. L'esposizione agli agenti atmosferici determina numerosi fenomeni di dissoluzione e ricementazione con formazione di frequenti cavità vacuolari.

Il fronte principale di cava (esposto a sud), verticale e privo di gradonature, si sviluppa in altezza per circa 15 metri ed in lunghezza per circa 30 metri. La parete verticale si prolunga, parzialmente mimetizzata dalla vegetazione spontanea, sul lato W, per un centinaio di metri verso nord, seguendo il profilo del crinale.

Si pensa che come sistema di abbattimento fossero utilizzati gli esplosivi e veniva utilizzata per l'approvvigionamento di calce, la cui produzione è testimoniata dalla presenza di una fornace ancora visibile a quote inferiori.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

La presenza di profondi fenomeni di alterazione, di abbondanti frazioni fini sciolte, oltre alla morfologia del profilo di scavo, favoriscono l'insorgere di numerosi fenomeni gravitativi di crollo; ne è testimonianza la presenza di blocchi rocciosi, anche di notevoli dimensioni, accumulatisi alla base del fronte di cava.

Il ripristino della zona di cava si presenta abbastanza complesso, dovendo prevedere un intervento di modifica del profilo attuale, che conduca il versante verso un definitivo stato di equilibrio. Urgenti risultano gli interventi di disgiungimento delle porzioni più fratturate ed alterate, con eventuali opere di difesa dalla caduta dei massi (paramassi) alla base della parete.

Il fronte principale, poco visibile, presenta limitati processi di rinverdimento, a testimonianza della forte instabilità cui è soggetto.

Nessun intervento di ripristino è in programma. Al limite W dell'area di cava è presente un rilevato in terra realizzato in occasione di recenti interventi di risistemazione e allargamento di una piccola strada privata adiacente all'area in oggetto.



CAVA N. 14 – “GEA/PIN” (DETTA S. MARTINO)

Individuazione e situazione

Il sito era interessato da attività estrattive di materiale serpentinitico, localmente brecciato, con abbondanti vene calcitiche.

Materiali

La roccia metaofiolitica appartiene all'Unità Cravasco-Voltaggio; risulta ben visibile, sul fronte di cava, il contatto con gli argilloscisti (Formazione di Torbi, Unità M.Gazzo-Isoverde).

Il fronte di cava, unico, si sviluppa per un'altezza massima di circa 30 metri e per una lunghezza di circa un centinaio di metri. Nel periodo di attività, la tecnica di avanzamento utilizzava prevalentemente mezzi meccanici.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

L'area di cava, ormai da tempo abbandonata, sarà adibita a discarica di inerti, la cui realizzazione è attualmente in fase di esecuzione; gli inerti vengono posizionati mediante gradoni.

Il fronte di abbattimento, con elevata inclinazione della parete, presentava una gradonatura solo accennata ed era caratterizzato da una elevata percentuale di materiali fini, sovrastato da una coltre di copertura di notevole potenza.

Sarà quindi opportuno, una volta terminati i lavori, prevedere azioni di ripristino definitivo quali sistemazione del drenaggio superficiale, inerbimento e piantumazione di essenze arboree.

CAVA N. 16 – LOC. “S.MARTINO DI PARAVANICO”

Individuazione, situazione e materiali

Vecchia zona di scavo, abbandonata da moltissimi anni, situata all'altezza di S.Martino di Paravanico, sul versante opposto della valle del Rio S.Martino, rispetto alla “Cava n. 14”.

Venivano estratti materiali serpentinitici, brecciati, dalle buone caratteristiche ornamentali.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Sulla zona di piazzale attualmente è ubicato un capannone industriale; la zona presenta una fitta e totale rivegetazione per cui non è possibile effettuare ulteriori osservazioni.



CAVA N. 20 – LOC. “MONTE TULLO”

Individuazione e situazione

All'interno degli ambiti comunali di Sant'Olcese è possibile localizzare alcune piccole aree di cava abbandonate da moltissimi anni, ma ancora riconoscibili per la tipica morfologia, con rottura netta del profilo del pendio e fronti rocciosi solitamente subverticali.

Al sito “Cava n. 20”, presente nell'areale a levante del centro abitato (zona di Monte Tullò), corrisponde una piccola area estrattiva, caratterizzata dalle sequenze calcaree più o meno marnose, con intervalli argilloscistosi, tipiche del Flysch dell'Antola.

Materiali

La roccia è caratterizzata da una stratificazione con bancate dalle potenze variabili, comprese grossomodo tra alcuni dm ed il metro, eccezionalmente oltre. I calcari evidenziano un certo grado di tettonizzazione con ripiegamenti e fratture diffuse ad andamento variabile, pur essendo nel complesso riconducibili a posizioni di tipo subverticale (traverpoggio). Lo scavo è, inoltre caratterizzato da molteplici vie di percolazione idrica, a carattere saltuario, che hanno favorito l'esplicarsi di processi alterativi con dissoluzione delle frazioni carbonatiche.

Il fronte è unico, possiede profilo piuttosto irregolare, pseudo-verticale, con spezzoni di strato in posizione a strapiombo. Lo sviluppo in altezza massima è inferiore alla quindicina di metri, quello in lunghezza totale dovrebbe raggiungere la trentina circa.

I sistemi estrattivi erano, probabilmente, ancora basati sull'impiego di esplosivi, la roccia cavata si suppone venisse impiegata per costruzione con vari utilizzi, garantendo l'approvvigionamento locale e temporaneo.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

La parete gode, nel complesso, di condizioni di equilibrio discrete; anche per questo sito di cava, lo stato fisico nel quale si trova la roccia e la morfologia irregolare dello scavo, con spezzoni a strapiombo, possono favorire distacchi e crolli accidentali.

L'areale di cava è fortunatamente disabitato e non risulta facilmente accessibile; non sembrerebbero innescate, quindi, particolari problematiche per l'incolumità pubblica. Sarebbe comunque opportuno procedere ad un periodico controllo della situazione, onde poter prevenire eventuali situazioni di maggior pericolo, procedendo, al contempo ad una corretta recinzione dell'area di base ove maggiore è il rischio di franamenti. Qualora si verificassero condizioni di pericolo più gravi, occorrerebbe intervenire con un ripristino della parete, che dovrebbe comprendere un attento disgaggio, la stesura di rete metallica di contenimento, e la creazione di opere di sostegno e contenimento in muratura alla base. La parete, nonostante le limitate dimensioni, occupa una posizione molto esposta, rimanendo ben visibile. Piuttosto complessi gli interventi di risistemazione ambientale, una piantumazione con essenze arboree ad alto fusto alla base dello scavo, potrebbe migliorare la situazione. La limitatezza dell'area in esame non permette alcuna forma di riutilizzo (area a verde).

CAVA N. 21 E CAVA N. 22 – LOC. “PICCARELLO”

Individuazione e situazione

All'interno dei territori comunali di Sant'Olcese, procedendo lungo la strada che da Casella conduce all'abitato di Sant'Olcese, è stato possibile localizzare (Loc. Piccarello) alcune aree la cui morfologia sembra ben ricollegabile con quella di vecchi siti estrattivi. Nella zona affiorano ancora le sequenze calcareo marnose tipiche del Flysch dell'Antola, che evidenziano, nel complesso, le stesse caratteristiche già illustrate nella relazione della “Cava n. 20”.

Materiali

I calcari risultano abbondantemente tettonizzati, con piccole dislocazioni e fratture diffuse, gli strati sono spesso ripiegati e le condizioni giacitureali mostrano una certa variabilità, articolandosi da suborizzontali fino a traverpoggio, localmente con componenti a franapoggio. Sensibili anche in questo caso i fenomeni di tipo alterativo, legati a processi del tutto simili a quelli descritti per la “Cava n. 20”.

Le zone di scavo, prive di gradonatura, posseggono profili irregolari, ad elevata pendenza, localmente subverticale; il principale ha uno sviluppo in altezza approssimabile sulla ventina di metri, con una lunghezza totale inferiore alla cinquantina, mentre il secondario, più contenuto, si estende per un'altezza di circa 10 m, con lunghezza leggermente superiore.

I sistemi di abbattimento erano basati sull'impiego di esplosivi; la roccia era ancora cavata per la produzione di blocchi e materiali calcarei da costruzione. Secondo alcune indicazioni raccolte sul posto, pare che la roccia venisse largamente impiegata nella realizzazione del vecchio tracciato autostradale Genova-Serravalle.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Entrambe le pareti sono state oggetto di crolli e movimenti di tipo franoso, riconoscibili per gli accumuli a conoide presenti alla base: le condizioni attuali di stabilità sono, anche in questo caso, piuttosto preoccupanti.

Più in particolare è stato possibile osservare nuovi sintomi di instabilità della parete; entrambi gli scavi sono stati già interessati da movimenti di tipo franoso, con crolli e distacchi accidentali ed accumuli di tipo “a conoide” alla base.

Nel fronte siglato “Cava n. 22” la situazione è particolarmente acuita dalla presenza, nelle zone sommitali, di una costruzione abitativa, che potrebbe essere interessata dal franamento di parte dello scavo; la parete, inoltre, si trova proprio nelle adiacenze del tracciato stradale.

Sarebbe quindi opportuno intervenire per un ripristino efficace del fronte, motivo di pericolo e di dissesto progressivo dei versanti.

Le operazioni dovrebbero, ancora, essere impostate in modo simile a quanto già esposto precedentemente, a sonda delle condizioni particolari verificabili in loco.

I due scavi risultano solo limitatamente rivegetati e comportano, seppure lievi, problemi d'ordine paesaggistico; complesse risultano eventuali risistemazioni, proprio per le condizioni d'instabilità attualmente verificabili.

Solo una risistemazione degli scavi renderebbe possibile la realizzazione di efficaci operazioni di rinverdimento forzato con piantumazione di essenze arboree (alla base).

SCAVO-CAVA D'ASSAGGIO n. 1 – LOC. "BARACCHE"

Individuazione e situazione

Si tratta di una vecchia cava, attualmente in stato di completo abbandono, utilizzata per l'approvvigionamento di materiali calcarei di tipo cristallino ad elevate percentuali quarzoso-micacee.

Materiali

La roccia appartiene infatti alla Formazione dei Calcari di Voltaggio ed affiora con frequenti intercalazioni argillitiche; le sequenze calcaree si presentano in strati e bancate con potenze variabili, approssimativamente dai 20 agli 80 cm in condizioni giacitureali piuttosto variabili, in particolare da traverpoggio fino a reggipoggio. Intenso il grado di fratturazione, diffusa su tutto lo scavo ed accompagnata da una facile suddivisibilità in blocchetti di dimensioni variabili fino ad alcuni decimetri. La coltivazione si è articolata su un'unica area estrattiva, con sviluppo di due piccoli fronti di cava in posizione adiacente a parete sub-verticale: lo sviluppo in altezza massima è approssimabile per entrambi sulla decina di metri, quello in lunghezza è maggiore per lo scavo posto leggermente più a valle, raggiungendo circa la quindicina di metri, valori leggermente inferiori per quello di monte.

I sistemi di abbattimento prevedevano, con molta probabilità, l'uso di esplosivi, e la roccia cavata veniva utilizzata per la produzione di cementi.

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Per quanto riguarda le due pareti di scavo si può osservare come entrambe godano di discreta stabilità: la diffusa fratturazione e l'azione delle acque percolanti favoriscono il distacco di blocchetti, già presenti in alcuni accumuli alla base dei fronti, tuttavia le dimensioni contenute impediscono l'innescare di situazioni di pericolo per la pubblica incolumità. La zona rappresenta, certamente motivo di degrado ed un punto più facilmente aggredibile dagli agenti alterativi, ma il pendio soprastante, con bassa pendenza e coltre di copertura poco potente, risente in modo solo limitato di questa alterazione dell'equilibrio originario.

Qualche problema è verificabile nel fronte maggiore, ove porzioni in posizione a strapiombo, molto fratturate, potrebbero essere più facilmente suscettibili a distacchi accidentali. Le vecchie aree di piazzale, riutilizzate come zona di rispetto, assicurano comunque dall'eventualità che crolli accidentali possano interessare l'adiacente sede stradale.

La zona di cava gode di un certo interesse sotto il punto di vista paesaggistico: sarebbero quindi opportuni interventi di ripristino ambientale; i piccoli fronti potrebbero essere mascherati

con la piantumazione di essenze arboree ad alto fusto nelle zone basali delle pareti. Le limitate dimensioni non permettono alcuna forma di riutilizzo secondario.

SCAVO-CAVA D'ASSAGGIO N. 11 E SCAVO-CAVA D'ASSAGGIO N. 12 – lungo la strada dei Piani di Praglia

Individuazione e situazione

Si tratta di 2 piccole aree di cava dismesse localizzate lungo la S.P. n. 4 che conduce ai Piani di Praglia (pendici E di M. Orditano). Entrambe sono impostate su affioramenti di metagabbri, ricollegabili al Gruppo di Voltri (Unità Beigua-Ponzema).

Materiali, problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Il sito a monte della S.P. ("Scavo-cava d'assaggio n. S2") è caratterizzato da roccia fratturata con notevole percentuale di frazioni fini terrose. Il piccolo fronte di cava che si sviluppa in altezza per circa 6-7 metri e poco più in lunghezza, poco inclinato, anche se dal profilo irregolare, è stato interessato recentemente da interventi di ripristino da parte della SNAM, a seguito della realizzazione del metanodotto lungo la S.P. La pendenza del piccolo fronte è stata addolcita con terreno di riporto ed eseguita opera di inerbimento. La zona è adibita ad area di sosta per autovetture.

Il secondo sito, a valle della S.P., ("Scavo-cava d'assaggio n. S3") qualche centinaio di metri più avanti, procedendo verso i Piani di Praglia, presenta un'area di abbattimento più sviluppata, con un fronte che si sviluppa per una altezza massima di circa 10 metri e per una lunghezza di qualche decina di metri, su due distinti livelli. Le caratteristiche della roccia sono simili alle precedenti con notevole stato di alterazione, con forte presenza di talcoscisti. Il fronte di cava, anche se con profilo irregolare, sorge in una zona pseudo pianeggiante e dotata di pendenza modesta, e non risulta essere causa di particolari problemi legati alla stabilità del versante.

Considerato comunque il particolare interesse paesaggistico che riveste la zona, si potrebbero prevedere interventi di ripristino, con opere di piantumazione alla base degli scavi, per ridurre al minimo l'impatto ambientale.



Scavi lungo la strada per i Piani di Praglia

SCAVO-CAVA D'ASSAGGIO N. 19 – LUNGO LA STRADA PEDEMONTE-CASELLA

Individuazione e situazione

Si tratta di una vecchia cava abbandonata, di modeste dimensioni, localizzabile ai bordi del tracciato stradale che dall'abitato di Pedemonte conduce a Casella, a quota 324 m s.l.m.. Nell'area dominano le sequenze calcareo-marnose con calcareniti ed argilloscisti appartenenti alla Formazione di Ronco.

Materiali

La roccia affiora in strati e bancate, con potenze variabili, comprese tra pochi decimetri fino al metro ed evidenzia una stratificazione notevolmente disturbata da processi di tipo tettonico, con ripiegamenti e fratture diffuse ad andamento variabile. Le condizioni giaciture si articolano, infatti, da posizioni da traversopoggio fino a franapoggio. Le sequenze sono caratterizzate da fenomeni alterativi, con dissoluzione delle frazioni carbonatiche, soprattutto in corrispondenza delle piccole vie di percolazione idrica, chiaramente distinguibili sulla parete. Il fronte è unico, con profilo piuttosto irregolare, di tipo sub-verticale, localmente a strapiombo; le dimensioni sono approssimabili sui 10-15 m di altezza massima e sui 20-25 m di lunghezza totale. Si deve tenere presente, comunque, che la vecchia parete di scavo, sviluppata nelle immediate adiacenze del tracciato stradale, è stata recentemente interessata, durante gli interventi di allargamento e rettificazione della sede viaria, che ne hanno parzialmente modificato le caratteristiche originarie. I sistemi estrattivi si suppone prevedessero l'impiego di piccole cariche esplosive, la roccia cavata garantiva l'approvvigionamento locale e temporaneo di materiali da riempimento ed inerti (uso stradale ed edile).

Problematiche attuali e/o esigenze di recupero ambientale

Le condizioni di equilibrio della parete sono solo discrete: il profilo dello scavo di tipo irregolare, e lo stato fisico della roccia, alterata e fratturata, potrebbero permettere il distacco di qualche blocco. A questo proposito si può osservare come piccoli accumuli detritici, del tipo a conoide, siano già presenti alla base dello scavo. La situazione comporta quindi condizioni di lieve pericolo, eventuali crolli potrebbero, però, coinvolgere anche il tracciato stradale, presente proprio nelle adiacenze, che risulta totalmente privo di qualsivoglia opera di difesa. Sarebbero quindi opportuni alcuni interventi di risistemazione della piccola parete, che prevedano il disgaggio degli spezzoni pericolanti, con la creazione di opere di contenimento alla base dello scavo, e la stesura finale di rete metallica debitamente ancorata. Il fronte risulta solo marginalmente rivegetato e si trova in una posizione molto visibile, comportando un certo degrado del paesaggio. Assai complessi, d'altro canto, risultano eventuali interventi di risistemazione; solo la piantumazione di essenze arboree ad alto fusto alla base della parete potrebbe migliorare le condizioni attualmente verificabili. Per quanto riguarda l'attività mineraria, le manifestazioni segnalate in più località della zona sono di limitata importanza, anche se non è trascurabile la presenza di minerali di rame (calcopirite e malachite) e ferro, oltre a talco legati al complesso delle ofioliti; attualmente non risulta vi sia alcuna attività mineraria, di ricerca o di sfruttamento.

2.3.9 Sbancamenti e riporti

Per quanto riguarda la presenza di sbancamenti e riporti di importanza rilevante, sono stati segnalati i casi in cui l'intervento artificiale ha determinato modifiche significative della morfologia originaria.

Si tratta in generale di riporti di materiale inerte che, in alcuni casi, sono stati utilizzati per la realizzazione di infrastrutture di vario tipo. Nell'area esaminata sono stati individuati, come riportato in cartografia, diversi siti caratterizzati dalla presenza di discariche e/o riporti sia di tipo intervallivo sia di versante.

2.3.10 Riordino del Vincolo Idrogeologico

Il riordino del vincolo idrogeologico è previsto dall'art. 34 della L.R. 4/1999 e richiamato dall'art. 15 comma 1 punto b) della L.R. 9/1993 come contenuto del Piano di bacino.

Il notevole lasso di tempo trascorso dalla individuazione delle zone sottoposte al vincolo, effettuata in periodi immediatamente successivi all'entrata in vigore del R.D.L. n. 3267/1923, ed i criteri adottati all'epoca che tennero scarsamente conto delle intrinseche caratteristiche geologiche di alcuni luoghi, rendono la distribuzione delle zone in questione largamente superata o inefficace.

A titolo di esempio, si possono citare le grandi estensioni di territorio completamente urbanizzato della città di Genova, per le quali la permanenza della tutela vincolistica ha perso ormai significato, non essendo più necessario tutelare la stabilità di versanti naturali ed il mantenimento di un'ideale copertura vegetale ove queste non esistano più.

A seguito anche di quanto previsto dalla DGR 1795/2009 *"Approvazione dei criteri in materia di vincolo idrogeologico – aggiornamento della cartografia di riferimento. Integrazione dei criteri di cui alla DGR 357/2001"* sono state ripermite le aree da sottoporre al vincolo idrogeologico e riportate nella *"carta dei principali vincoli territoriali"*. La metodologia applicata prevede di inserire, oltre alla perimetrazione prevista dal Piano di bacino del t. Polcevera approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004 ed indicata nelle norme di attuazione – art. 7 del fascicolo4-, le aree ricadenti in suscettività al dissesto elevata (pg3a e pg3b) e molto elevata (pg4).

2.4 Idrogeologia

2.4.1 Permeabilità e caratteristiche idrogeologiche

Nell'ambito del lavoro svolto, le valutazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area del bacino del torrente Polcevera hanno carattere generale ed indicativo, in quanto dedotte dall'esame della permeabilità relativa delle diverse litologie presenti.

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

Infine, bisogna sottolineare che entro il bacino sono assai rari i casi di permeabilità primaria, cioè creatasi al momento della messa in posto della formazione, infatti quasi la totalità delle

formazioni presentano una permeabilità secondaria di natura post-genetica, legata a processi tettonici o di dissoluzione.

2.4.2 Carta idrogeologica o della permeabilità

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, in funzione della tipologia di permeabilità, i terreni all'interno del bacino, in accordo con il "Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di bacino in riferimento ai moduli M e L – raccomandazione n. 3", approvato dal Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale nella seduta del 14 dicembre 1995, sono stati suddivisi in quattro classi sulla base dei dati desunti dalla Carta Geolitologica, dalla bibliografia esistente e dalla documentazione consultata :

- permeabili per porosità;
- permeabili per fessurazioni, fratturazione e carsismo;
- semipermeabili;
- impermeabili.

I limiti delle aree appartenenti a ciascuna classe sono riportati sulla Carta Idrogeologica alla scala 1:10.000, con l'ausilio delle rilevazioni condotte in campagna.

E' da tenere presente che la notevole variabilità litologica presente anche all'interno di una singola formazione determina differenti comportamenti idrogeologici, così come localmente alcuni fattori, quali un'intensa fratturazione, determinate condizioni giacitureali o tettoniche, possono determinare variazioni di permeabilità. In carta è stato perciò riportato il comportamento idrogeologico prevalente nell'ambito di ogni formazione, fermo restando la possibilità di caratteristiche locali differenti da tale andamento medio.

La Carta Idrogeologica riporta anche la gerarchizzazione del reticolo idrografico, secondo il metodo proposto da Strahler (1957); con tale sistema sono classificati con il primo ordine le aste senza affluenti, col secondo ordine quelle derivanti dalla confluenza di due aste del primo ordine, col terzo ordine quelle derivanti dalla confluenza di due aste del secondo ordine e così via.

2.4.3 Modalità di circolazione dell'acqua nel sottosuolo

La circolazione dell'acqua nel sottosuolo esercita grande influenza sul regime idrologico di un bacino, diventando spesso determinante per una corretta interpretazione dei fenomeni in atto e per la loro previsione. È importante quindi individuare la capacità di immagazzinamento idrico dei litotipi affioranti nel bacino, evidenziandone, attraverso il tipo di permeabilità, la modalità di circolazione dell'acqua nel sottosuolo e quindi individuando, ove possibile, l'incidenza che tale presenza o circolazione ha sulla stabilità dei versanti e sulla circolazione superficiale delle acque.

In rapporto al tipo di circolazione (in mezzo non darcyano) è importante segnalare che il meccanismo e la dinamica di infiltrazione influenzano la genesi di movimenti franosi. In particolare, mentre in condizioni di precipitazioni di normale entità si determina un'elevata infiltrazione d'acqua, in condizioni di piogge intense e concentrate la capacità di infiltrazione si riduce notevolmente e, lungo le discontinuità, si generano incrementi di pressione interstiziale che possono essere causa scatenante di movimenti franosi.

Le litologie caratterizzate da elevata permeabilità per fratturazione sono sede di circuiti idrici fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle discontinuità presenti.

Nei litotipi semipermeabili ed impermeabili la circolazione idrica lungo le discontinuità è fortemente influenzata da fenomeni d'alterazione che interessano i materiali argillosi: i prodotti d'alterazione, infatti, tendono ad intasare le discontinuità presenti, rallentando e limitando i processi di circolazione idrica. Nell'ambito del bacino, quindi, l'infiltrazione in tali litologie va ad alimentare una circolazione idrica prevalentemente superficiale, caratterizzata da una rete di flusso discontinua. In particolare nelle argilliti e nell'ambito delle coperture detritiche eluvio-colluviali a prevalente matrice fine argillosa sono possibili circolazioni idriche di ridotta entità, riconducibili ad uno schema di flusso limitato che si realizza lungo orizzonti ben determinati, discontinui e spesso isolati.

In prossimità del substrato roccioso, fenomeni di impregnazione idrica del terreno di copertura possono essere connessi con sorgenti poste nel substrato stesso, 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 superficiali.

Numerose sono le zone di ristagno ed imbibizione dei terreni, soprattutto in corrispondenza del limite fra accumuli detritici (coltri di alterazione, detriti di falda, coni di deiezione) e rocce a comportamento prevalentemente impermeabile ed in occasione di alcune faglie verticali che portano a contatto terreni permeabili con terreni prevalentemente impermeabili, come nel caso delle faglie E-W di Isoverde. Notevole è la circolazione idrica nel grande accumulo detritico di Cravasco, che alimenta le sorgenti emergenti a N di Isoverde, a causa dello sbarramento esercitato alle acque di falda dal complesso calcareo dolomitico di M. Carmelo e M. Carlo.

Da ultimo, è da tenere presente che le zone intensamente urbanizzate costituiscono un "fronte" praticamente impermeabile, che non favorisce lo smaltimento degli afflussi in caso di precipitazioni a carattere forte e concentrato.

2.4.4 Comportamenti idrogeologici delle litologie affioranti nel bacino

Vengono qui di seguito illustrate le caratteristiche di permeabilità delle diverse litologie affioranti nel bacino, indicando, per ognuna di queste, le sigle delle corrispondenti Formazioni e Unità.

Depositi alluvionali: am (mobili attuali); ar (terrazzati recenti)

Le alluvioni di fondovalle sono caratterizzate da condizioni di permeabilità primaria per porosità. Tali alluvioni costituiscono il principale serbatoio idrico sotterraneo, e sono intensamente sfruttate in prevalenza per uso industriale. La potenzialità delle alluvioni è maggiore nel settore a valle della confluenza con il torrente Secca, con portate specifiche dei pozzi dell'ordine di oltre 1 l/s*m, mentre a monte, lungo i torrenti Polcevera, Secca e Sardorella lo spessore e la continuità delle alluvioni risultano più limitati, assumendo il serbatoio idrico una importanza essenzialmente locale. Negli anni 2000 l'Agenzia ARPAL ha realizzato alcuni pozzi nelle alluvioni del Polcevera.

Coperture detritiche: (dt)

In tutta l'area del bacino sono assai frequenti accumuli detritici di varia natura, che presentano condizioni di infiltrabilità e conducibilità idraulica molto variabili. Si trovano sotto forma di detrito di falda, soprattutto al piede dei versanti serpentini, peridotitici e calcarei o come coltri di alterazione superficiale derivate dall'alterazione e dal dilavamento delle diffusissime formazioni a prevalente composizione argillitica. La permeabilità per porosità è legata principalmente alla presenza della frazione argillosa: la permeabilità risulta scarsissima per il detrito derivante dalle formazioni prevalentemente argillose, mentre permeabili risultano le falde e coltri derivanti dalle formazioni calcaree, con particolare riferimento alla Formazione del Flysch dell'Antola, con sorgenti di entità significativa. In ogni caso si è rilevato che, qualora il substrato risulti sufficientemente sano, tali coltri possono divenire sede di una intensa circolazione idrica, soprattutto nel caso di precipitazioni prolungate. Tale fenomeno è spesso la causa scatenante dell'innescarsi di movimenti lenti ma diffusi che vanno ad interessare gran parte delle coltri detritiche.

Per quanto riguarda i grandi accumuli di frana, il materiale detritico presenta in genere buone caratteristiche di permeabilità soprattutto per porosità, grazie all'elevata eterogeneità dei clasti (spesso queste sono zone di serbatoi idrici). Le sorgenti generalmente si manifestano, in questo caso, in superficie al contatto tra materiale franato e roccia in posto, seguendo l'andamento del piano di scivolamento. In taluni casi si ha invece una circolazione idrica abbastanza superficiale, con la falda che interseca il piano topografico nella parte alta del corpo di frana.

Brecce: bc CRA – (Brecce della Costa Cravara)

Le Brecce della Costa Cravara sono caratterizzate da una permeabilità primaria per porosità e sono presenti su una discreta estensione areale situata a cavallo dello spartiacque W del bacino, tra Passo Prato Leone e Prato del Gatto. E' questo il caso in cui lo spartiacque topografico del bacino non coincide con quello idrografico, in quanto tale formazione prosegue verso Ovest, immagazzinando acque freatiche anche in zone esterne al bacino naturale. È difficile nel nostro caso determinare se tale situazione può fornire un apporto positivo o negativo al bilancio idrico del bacino, in quanto ciò dipende dai rapporti di giacitura intercorrenti fra questa formazione e le formazioni sottostanti, meno permeabili.

Argille e marne: a ORV – (Argille di Ortovero)

Nell'ambito della Formazione delle Argille di Ortovero si possono riscontrare settori caratterizzati da una, se pur bassissima, permeabilità primaria, per la presenza di livelli e settori costituiti da sabbie fini e finissime limose o limoso-argillose; in tal senso la formazione è stata cartografata come semipermeabile.

Argilliti ed argilloscisti: as MGG FAN (Argilliti di Montoggio); as MTE VPC (Argilliti di Montanesi); as MIG VPC (Argilliti di Mignanego); ag/as PAB FIG (Argille a Palombini del Passo della Bocchetta); as TOR GZI (Formazione di Torbi)

Argilliti ed argilloscisti e tutte le formazioni di natura scistosa a composizione decisamente argillitica, ma con frequenti intercalazioni calcaree o arenaceo-quarzitiche, che caratterizzano gran parte del bacino, sono da ritenersi praticamente impermeabili in condizioni di assenza di

alterazione. Normalmente sono però costituite da uno strato superficiale di natura eluvio-colluviale sovrastante una zona ad intensa fratturazione ed alterazione (cappellaccio), sede di intensa circolazione idrica. Solo ad alcuni metri dal piano di campagna è possibile incontrare la roccia in buone condizioni di conservazione.

Calcari marnosi e calcari arenacei: cm FAN FAN(*Flysch dell'Antola*); cm ROC VPC (*Formazione di Ronco*); cm MTE VPC (*Argilliti di Montanesi*); cm MIG VPC (*Argilliti di Mignanego*); car MIG VPC (*Argilliti di Mignanego*)

I calcari marnosi del Flysch dell'Antola sono caratterizzati da una discreta permeabilità per fessurazione: nel settore in cui affiorano si riscontrano frequentemente sorgenti perenni, con portate fino all'ordine di alcuni l/s. Nell'ambito di tale formazione calcarea le sorgenti più importanti sono spesso localizzate in prossimità del contatto con la Formazione delle Argilliti di Montoggio, che costituisce una soglia di permeabilità, imponendo la venuta a giorno delle acque sotterranee. In tali condizioni idrostrutturali, esternamente al bacino di studio (zona di Torriglia), ma lungo il prolungamento verso Nord-Est del contatto Antola/Montoggio, si ritrovano ad esempio sorgenti areali fino ad una portata complessiva di oltre 150 l/s. Inoltre si segnala la presenza di morfologie carsiche, con cavità (Grotta della Dragonara a N di Genova, zona del Righi).

I calcari marnosi della Formazione di Ronco si presentano generalmente impermeabili, risultando però presenti settori fratturati (generalmente in corrispondenza di livelli stratigrafici a più scarsa frazione terrigena) sede di una limitata circolazione idrica sotterranea. Tale circolazione risulta in ogni caso limitata alla fascia corticale epidermica, dando origine a circuiti idrogeologici brevi, con sorgenti di scarsissima portata spesso non permanenti o con forte variabilità stagionale.

Condizioni simili, variabili localmente, si riscontrano per i calcari arenacei della Formazione delle Argilliti di Mignanego, anch'essi interessati da una circolazione idrica sotterranea, dove presente, sostanzialmente epidermica, all'interfaccia tra le coperture e la zona corticale più fratturata, con conseguente scarsa portata, forte variabilità, o addirittura stagionalità delle sorgenti.

Calcari: c – FIG; c VOL CRV (*Calcari di Voltaggio*); c – GZI

Nei calcari le condizioni di permeabilità variano in rapporto alle differenze litologiche presenti entro la formazione: sono generalmente medio basse se prevalgono gli scisti marnosi o la componente arenacea, sono migliori se prevalgono i calcari finemente stratificati, come in prossimità di Gallaneto, dove la giacitura quasi verticale, l'elevata purezza (85% CaCO₃), oltre alla presenza di una discreta fratturazione, favoriscono l'instaurarsi di una buona circolazione idrica sotterranea. La purezza dei calcari ha inoltre favorito il fenomeno del carsismo, che trova la massima espressione nella Grotta del Verde (n° 13 Li del catasto speleologico ligure).

Calcari dolomitici e dolomie: do DPR GZI (*Dolomia principale*)

Anche nel caso dei calcari dolomitici e le dolomie, le condizioni di permeabilità variano entro la formazione: una permeabilità per fratturazione da media ad elevata nei grossi banchi massicci alla base ed una permeabilità lungo i giunti di stratificazione verso l'alto e verso est, dove la stratificazione si fa più fitta e regolare. In ogni caso, lungo le vie preferenziali di scorrimento delle acque di infiltrazione, grazie ad una discreta solubilità propria delle rocce calcaree e calcareo-

dolomitiche, si è sviluppata una spiccata attività carsica, di cui sono testimonianza numerose grotte presenti su entrambi i versanti del Rio d'Iso.

Le dolomie, solo nel caso in cui siano caratterizzate da banchi con strutture a brecce tettoniche intraformazionali, soprattutto nei livelli stratigrafici intermedi, presentano una permeabilità primaria per porosità.

Calcescisti: cs TUR PAC (Calcescisti del Turchino)

I calcescisti affioranti nel bacino sono costituiti da alternanze di scisti quarzatici, impermeabili o poco permeabili, con livelli calcarei quarzoso-micacei permeabili per fessurazione e fratturazione.

Per effetto dell'alterazione dei minerali micacei, frequente su questi litotipi, accompagnata dalla dissoluzione della componente calcarea, si origina una coltre argillosa di spessore più o meno elevato, che in caso di alterazione profonda ingloba relitti quarzosi inalterati ed è suscettibile di lenta impregnazione, fino a saturazione, con successiva mobilizzazione lungo i versanti. Caratteristica tipica di tali fenomeni è che si producono il più delle volte in ritardo rispetto alle massime intensità di piogge registrate, proprio a causa del meccanismo di lenta impregnazione dovuto alla scarsa permeabilità.

Diaspri: d DSG FIG (Formazione dei diaspri metamorfici)

I diaspri dove fortemente fratturati risultano permeabili per fratturazione, dove meno fratturati sono da ritenersi semipermeabili.

Diabasi e basalti/Metabasiti: db/mb – FIG; mb – CRV; mb BEI PAC (Ofioliti del Beigua-membro delle Prasiniti di M. Colma)

I diabasi e le metabasiti risultano caratterizzate da una discreta permeabilità secondaria legata alle numerose fessurazioni e alla presenza di litoclasti, causate da accidenti tettonici.

Metagabbri: mg – CRV; mg BEI BPO (Ofioliti del Beigua-membro dei Metagabbri di Varazze)

Molto meno permeabili sono i metagabbri che presentano scarsi segni di fessurazione, ma dove importante è l'azione di alterazione esercitata dalle acque meteoriche e dai fenomeni di dilatazione termica.

Serpentiniti: sr – FIG; sr – CRV; sr BEI BPO (Ofioliti del Beigua-membro delle Serpentine di Capanne Marcarolo)

Le serpentiniti risultano caratterizzate da una discreta permeabilità secondaria legata alle numerose fessurazioni, alla presenza di litoclasti, causate da accidenti tettonici, e, soprattutto zone intensamente fratturate in scaglie lenticolari, che qualora ci si trovi a contatto con rocce di natura impermeabile, possono andare a costituire buoni acquiferi, con fenomeni di emergenza idrica in prossimità del contatto.

Lherzoliti: lh BEI ERT (Ofioliti del Beigua)

La notevole compattezza delle peridotiti lherzolitiche le rende tra i tipi litologici meno permeabile di tutto il bacino, con altissima densità di drenaggio superficiale, colate di detriti ed altissime pendenze dei versanti.

2.5 Uso del suolo

2.5.1 Metodologia di studio

Il lavoro ha avuto come oggetto la revisione della Carta di copertura e d'uso del suolo prodotta per il Piano di Bacino del torrente Polcevera (D.L. 183/89) approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 14 del 02/04/2003 e con Delibera del Consiglio Provinciale n. 38 del 30/09/2004.

La revisione è stata effettuata mediante rilievi di campagna che hanno interessato tutta l'area di studio. Il supporto cartografico utilizzato per il controllo in campo è stato approntato con Carte Tecniche Regionali in scala 1:10000 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.

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 1:10.000.

Nell'individuazione delle categorie d'uso del suolo e nella successiva revisione 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. All'interno della categoria "zone urbanizzate" (1.1) è stata inserita la voce "nuclei di case sparse" (1.1.3).

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
- 1.1.3 case sparse

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

2.5.2 Analisi delle categorie

1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

Superficie totale: 31.8 Km², pari a 3180 ha (23% della superficie del bacino), totale zone urbanizzate: quasi 10 Km².

Suddivisa in:

- ⇒ 1.1.1 Tessuto urbano continuo: 5.7 Km²
- ⇒ 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo: 4 Km²
- ⇒ 1.1.3 Case sparse: 47000 m²
- 1.2.1 Aree industriali o commerciali: 4.4 Km²
- ⇒ 1.2.2 Reti autostradali, ferrovie e spazi accessori: 1.5 Km²
- ⇒ 1.3.1 Aree estrattive: 300000 m²
- ⇒ 1.4.1 Aree verdi urbane: 124000 m²
- ⇒ 1.4.2 Aree sportive e ricreative: 101000 m²

1.1 ZONE URBANIZZATE

Viene classificato come tessuto urbano continuo quell'area perimetrata occupata dalle abitazioni per una superficie superiore all'80%. Come si può rilevare questo è dislocato nel fondovalle lungo l'asta principale del torrente ed in minima parte sui torrenti Secca, Riccò e Verde; interessa i quartieri genovesi di Sampierdarena, Rivarolo, Bolzaneto e Pontedecimo e i paesi di Campomorone, Isoverde, Mignanego e Pedemonte.

Gli insediamenti che all'interno dell'agglomerato urbano perimetrato hanno una copertura compresa tra il 50% e l'80% vengono classificati come tessuto urbano discontinuo, sono localizzati prevalentemente sui versanti (Doria, Begato, Murta, San Bernardo, Livellato, Torrazza, Vicomorasso, Sant'Olcese, Orero, Cravasco, Paveto, San Martino di Paravanico, ecc.) ed in misura minore nel fondovalle (Mainetto, Castagna, Prussiani, Costagiutta, ecc.).

Le porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza di abitazioni, per lo più a carattere agricolo o secondario sono indicate come case sparse (Armerana, Ciubeca, Noceto, ecc.).

Ai fini della pianificazione di bacino, si è ritenuto che fosse prioritario individuare le superfici sostanzialmente impermeabili per intervento antropico, considerando come tali le aree densamente urbanizzate, ma anche le aree ad urbanizzazione più rada, dove le lacune del tessuto urbano sono comunque interessate da elementi impermeabili (strade, servizi, ecc.).

1.2 ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE

Le zone industriali e commerciali sono localizzate quasi essenzialmente nel fondovalle si rilevano quattro nuclei: il primo più ampio è localizzata sull'asta principale e va dall'area fociva sino all'altezza di Teglia, il secondo è alla confluenza con il torrente Secca, il terzo alla confluenza con il torrente Pernecco e l'ultimo è alla confluenza con il torrente Sardorella.

Nell'area in esame le reti di comunicazione cartografabili sono piuttosto rilevanti e sono rappresentate da:

- Autostrada Genova-Milano via Serravalle che attraversa il bacino con andamento nord-sud;
- Autostrada Genova-Livorno e Genova-Ventimiglia che attraversano il bacino nella parte bassa con andamento ovest-est;
- Rete ferroviaria Genova-Torino-Milano via Mignanego e Genova-Torino via Busalla che percorrono il bacino in direzione nord-sud;
- Rete ferroviaria Ovada-Genova e Genova-Ventimiglia che attraversano il bacino nella parte bassa con andamento ovest-est.

La porzione orientale del bacino è attraversata dalla ferrovia Genova-Casella particolarmente interessante da un punto di vista turistico in quanto attraversa aree incontaminate ricche di percorsi escursionistici e rappresenta una delle poche ferrovie a scartamento ridotto presenti in Italia, questa ferrovia avendo una larghezza ridotta, in cartografia è rappresentata da una linea.

1.3 AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE

Le aree estrattive presenti nel territorio e riportate nella Carta di copertura e d'uso del suolo sono presenti nel bacino del torrente Verde, le due più vaste sono rappresentate dalla cava Castellaro e dall'adiacente cava Montecarlo, ubicate in località Crvasco, rispettivamente alla base del Monte Carmelo e del Monte Carlo sulle due sponde il Rio d'Iso.

Sono presenti altre cave in località San Martino di Paravanico che risultano attualmente dismesse; ed una di dimensioni considerevoli in prossimità di Pietralavezzara colonizzata gradualmente dalla vegetazione.

Le discariche riportate nella Carta di copertura e d'uso del suolo sono discariche abusive di inerti e di dimensioni puntiformi.

1.4 ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE

Sono suddivise in aree verdi urbane e in aree sportive e ricreative, l'unica area verde urbana rilevata è rappresentata da Villa Serra, le aree sportive e ricreative sono rappresentate dai campi da calcio dislocati all'interno del bacino.

2 TERRITORI AGRICOLI

2.1 SEMINATIVI

Nell'area in esame i seminativi sono rappresentati dai: vigneti, frutteti, oliveti, prati e pascoli, zone agricole eterogenee ed ex-coltivi.

2.2.1 Vigneti

La Val Polcevera ha ottenuto la Denominazione di Origine Controllata (DOC) per il vino prodotto lungo il torrente Polcevera e i suoi affluenti Sardorella, Secca, Riccò e Verde in tutto o in parte del territorio amministrativo di Genova, Sant'Olcese, Serra Riccò, Mignanego, Campomorone, Ceranesi e Mele.

Si producono i seguenti tipi di vino: Bianco, Rosso, Rosato, Bianchetta Genovese, Vermentino. I vini bianchi possono essere prodotti anche nelle tipologie "passito" e "spumante". I vini passiti hanno colore giallo più o meno carico; odore ampio, intenso, persistente; sapore dolce, caldo, sapido, pieno, persistente. Gradazione minima: 15,5°, di cui almeno 14° svolti. Uso: da fine pasto. I vini spumanti hanno spuma fine, persistente; colore giallo paglierino; profumo fine, delicato, persistente; sapore fresco, secco, leggero, ma persistente.

I vini bianchi con l'indicazione della sottozona "Coronata" sono ottenuti esclusivamente con le uve provenienti dalle colline di Coronata e di Morego, Belvedere, Sestri, Fegino, Borzoli e all'atto di immissione al consumo rispondono alle seguenti caratteristiche: colore giallo paglierino; profumo caratteristico, delicato, discretamente intenso e persistente; sapore secco, sapido, caratteristico. Gradazione minima: 11°. Uso: da pesce.

Le superfici individuate in cartografia come vigneto sono piuttosto esigue (60 ha) in quanto la coltura specializzata si rileva piuttosto raramente, molto frequentemente si rilevano filari radi intervallati a colture orticole che vengono indicati come "colture eterogenee", oppure si tratta di superfici a vite talmente ridotte da non risultare cartografabili.

2.2.2 Frutteti

La relativa vicinanza al mare conferisce alla Valpolcevera un clima caratterizzato da inverni miti ed estati non eccessivamente calde, un clima particolarmente favorevole per le colture frutticole. Come per i vigneti la superficie rilevata è ridotta (49 ha) perché risultano inframmezzati ai coltivi e di conseguenza frequentemente sono cartografati con la dicitura "colture eterogenee".

2.2.3 Oliveti

La superficie ad oliveto è di 13 ha, l'esiguità delle superfici ad oliveto specializzato è giustificata dalle stesse motivazioni addotte per i vigneti ed i frutteti. 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.

2.3 PRATI E PASCOLI

Le superfici prative, ossia gestite attraverso lo sfalcio, occupano una superficie di 1000 ha. Sovente lo sfalcio non è finalizzato all'ottenimento di un prodotto ma risulta una pratica di presidio del territorio, i terreni da tempo non più coltivati vengono periodicamente sfalciati per evitare lo sviluppo di vegetazione infestante (rovi, vitalba, ortiche, ecc.)

Conseguentemente questa tipologia di uso è localizzata in vicinanza dei centri abitati ed occupa superfici in passato soggette a colture agrarie.

2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE

Occupano una superficie piuttosto elevata (2000 ha), si parla di colture eterogenee quando sulla stessa superficie si ha la coesistenza di diverse tipologie colturali (colture annuali associate a colture permanenti), oppure si rileva una superficie molto frammentata di piccoli appezzamenti ("orti per pensionati" e simili).

Quando la proprietà è molto frazionata la pratica delle colture promiscue (o colture eterogenee) risulta ricorrente e nasce dalla necessità di sfruttare al massimo la superficie disponibile, da qui la consuetudine di intervallare filari di alberi da frutta a colture orticole, filari di vite o di olivi.

2.5 EX-COLTIVI

La categoria degli ex coltivi occupa una superficie di 4700 ha, sono stati inseriti in questa classe tutti quegli appezzamenti abbandonati dove la vegetazione naturale sta prendendo il sopravvento; ciò è evidenziato dalla presenza di arbusti cosiddetti ricostruttori quali *Spartium junceum* e di plantule di roverella sui terrazzamenti meglio esposti. In terreni più fertili con abbondante presenza di nutrienti si verifica l'insediamento di vegetazione nitrofila (rovi in particolare).

Queste formazioni sono dislocate prevalentemente in prossimità dei centri abitati, più frequentemente nelle porzioni medio-alte del bacino.

3 TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI

3.1 PRATERIE

Sono rappresentate da superfici in passato utilizzate come pascoli ed attualmente pascolate solo saltuariamente ed in modo irrazionale; l'evoluzione verso il bosco è impedita dal periodico passaggio del fuoco correlato al ridotto spessore e fertilità dei suoli.

Queste formazioni occupano una superficie di 800 ha e sono localizzate prevalentemente in aree di crinale: si hanno nella porzione orientale del bacino in prossimità del Forte Fratello Minore, Monte Tascee, Monte Alpe, La Sella; nella porzione nord-occidentale: Monte Sejeu, Monte Orbitano per salire lungo crinale sino a Monte Lecco e scendere sino a Monte Carlo.

In alcuni casi la cotica erbosa risulta solcata da fenomeni erosivi e ciò è stato messo in evidenza dall'indice di efficienza idrogeologica che risulta essere più basso.

3.2 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 sono la formazione più rappresentata del territorio con 7000 ha (50 %) 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.

3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA

L'origine degli incolti arbustati presenti nel bacino è sostanzialmente riconducibile alla colonizzazione naturale di ex-coltivi da parte di specie arbustive ricostruttrici, si possono rilevare situazioni in cui si ha l'insediamento di plantule originate dalla disseminazione dei boschi circostanti, oppure in terreni molto ricchi di nutrienti si può verificare l'insediamento di vegetazione nitrofila (rovi, ortiche, ecc.).

Queste aree occupano una superficie di 350 ha e sono dislocate in tutto il bacino principalmente in prossimità dei centri abitati.

3.4 ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE

Rientrano in questa tipologia tutte le zone di roccia affiorante e subaffiorante, prive di copertura vegetale, nella tipologia sono state inoltre inserite le aree devegetate, dove il degrado della copertura vegetale (nella prevalenza dei casi erbacea) ha determinato l'erosione del suolo. La superficie occupata è di 140 ha.

Le aree interessate dalla tipologia in esame sono distribuite nella porzione nord-occidentale del bacino dove i terreni sono caratterizzati da ridotta profondità ed elevate pendenze.

2.5.3 Indice di efficienza idrogeologica attribuito alle classi di uso del suolo


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:

❖ 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);

❖ 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:

❖ assenza di erosione o erosione idrica incanalata con rigagnoli e canaletti di erosione, scarsi e profondi pochi centimetri;

❖ 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;

❖ 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	$Id > 5$

Le categorie di uso del suolo alle quali è stato attribuito un indice di efficienza idrogeologica coprono 122 Km², ossia il 87 % del totale.

Nella tabella sottoriportata è indicata la ripartizione della superficie del territorio nelle tre classi di efficienza in Km², ha ed in percentuale.

funzionalità	superficie (Km²)	superficie (ha)	%
alta	70	7000	50

media	22	2200	16
bassa	30	3000	21

Le formazioni vegetazionali con funzionalità idrogeologica maggiore sono rappresentate dalle formazioni boscate, anche se a causa del regime di abbandono delle attività selvicolturali di utilizzazione i polloni presenti sulle ceppaie raggiungono elevate dimensioni con ridotta stabilità fisica; questa instabilità fisica rappresenta un rischio per l'assetto dei versanti, in quanto si determinano frequenti situazioni di sradicamento di intere ceppaie, che determinano, a loro volta, fenomeni di erosione accelerata ed incanalata preliminari a fenomeni franosi di maggiori proporzioni.

Le praterie sono caratterizzate da valori di funzionalità bassi quando si rileva un cotico sottile con frequenti soluzioni di continuità (area nord-occidentale); medi quando il cotico risulta ben sviluppato e privo di soluzioni di continuità che offre una buona difesa all'azione battente e dilavante dell'acqua.

Gli arbusteti spesso sono derivanti da formazioni pascolive per nulla utilizzate e quindi in evoluzione verso il climax rappresentato dal bosco l'indice di efficienza attribuito è medio.

Gli ex coltivi in seguito all'affermazione della vegetazione spontanea sono caratterizzati dall'evoluzione del soprassuolo verso forme più stabili ed in maggiore equilibrio con l'ambiente, con migliori condizioni di funzionalità idrogeologica.

Dove l'attività agricola è cessata da minor tempo ed i terreni sono ricchi di sostanza organica proliferata la vegetazione nitrofila caratterizzata prevalentemente da rovi con un'efficienza idrogeologica mediocre.

Le colture eterogenee ed i seminativi hanno un indice di efficienza bassa a causa della scarsa protezione esercitata nei confronti dell'acqua cadente e dilavante.

2.6 Descrizione della rete idrografica

2.7 Idrologia di piena

Come già indicato nelle premesse la redazione del presente piano stralcio si basa su due studi propedeutici elaborati separatamente per le due parti nelle quali è stato suddiviso il bacino principale (sottobacino del Torrente Verde e bacino del Torrente Polcevera).

Vista la mancanza di misurazioni dirette sui deflussi naturali, per la determinazione delle portate critiche in corrispondenza delle sezioni di interesse ci si è basati su metodi che permettono una valutazione indiretta delle piene sulla base delle precipitazioni. In particolare per il bacino del Torrente Verde sono stati applicati il metodo razionale e la curva d'involuppo. Per il Torrente Polcevera oltre a questo è stato considerato un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

L'analisi si è articolata in una preliminare caratterizzazione della zona dal punto di vista pluviometrico, che si è concretizzata nella determinazione delle curve di possibilità pluviometrica ed in una successiva valutazione della risposta del bacino ad eventi pluviometrici particolarmente intensi. Ai valori di portata così ottenuti sono state assegnate probabilità di accadimento, espresse in termini di tempi di ritorno, coincidenti con quelle dei fenomeni piovosi che le hanno provocate.

Per entrambi i bacini si è ipotizzata l'assenza dei processi di interazione fra la corrente idrica e l'alveo, con trasporto, erosione o deposito di materiale solido. Si sono schematizzati pertanto i corsi d'acqua come recettori a fondo fisso percorsi da correnti liquide omogenee.

2.7.1 Inquadramento geografico

2.7.1.1 Sottobacini e parametri caratteristici

Il bacino sottende una superficie complessiva pari a circa 140 kmq, e raggiunge la sua quota massima sul livello del mare in corrispondenza della vetta del monte Taccone (1113 m) ed ha andamento preferenziale N-S.

Il Torrente Polcevera trae origine dalla confluenza del Torrente Verde con il Torrente Riccò, nei pressi del quartiere genovese di Pontedecimo, e l'asta principale, dopo un percorso di 10 km, sfocia in mare in prossimità della delegazione genovese di Cornigliano.

Il bacino complessivo risulta composto dai seguenti sottobacini principali:

- il Torrente Verde che presenta una superficie di 33 kmq e la cui asta principale, ad andamento preferenziale NW-SE, misura circa 10 km;
- il Torrente Riccò, che trae origine dal Bric Montaldo; il bacino ha uno sviluppo di 21 kmq e la lunghezza dell'asta principale, ad andamento preferenziale NE-SW, raggiunge 9 km;
- il Torrente Secca, affluente in sinistra orografica, ad andamento preferenziale NE-SW, che confluisce nel Polcevera in prossimità di Bolzaneto, sottendendo un'area di circa 45 kmq e con una lunghezza d'asta principale di circa 10 km.

I Torrenti Burba, Trasta e Fegino sono gli affluenti minori in sponda destra, mentre il Geminiano e il Torbella rappresentano gli affluenti minori in sponda sinistra.

Per i diversi corsi d'acqua analizzati sono state individuate opportune sezioni di chiusura indicate nella "Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura", per le quali sono stati ricavati i valori di portata.

Per ogni sottobacino ed ogni bacino sotteso dalle sezioni di chiusura individuate sono stati determinati i parametri fisici necessari per le successive determinazioni idrologiche. In particolare per la maggior parte delle sezioni di chiusura sono stati determinati:

la superficie sottesa	[kmq]
la quota media del sottobacino sotteso	[s.l.m.]
la quota massima	[m s.l.m.]
la quota della sezione di chiusura	[m s.l.m.]
la lunghezza dell'asta principale	[km]
la portata di massima piena annuale per diversi tempi di ritorno	[mc/s]
la pendenza media dei versanti	[%]
la pendenza media dell'asta	[%]

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

Codice sezione	Corso d'acqua	Lunghezza asta [km]	Area sottesa [km ²]
PON	Ponterosso	2.55	2.31
PAV1	Paveto a monte confluenza con Riasso	3.84	3.78
PAV2	Paveto alla confluenza con il Riccò	5.13	7.96
RIA1	Riasso	3.83	3.46
MON	Montanesi	1.83	2.23
RIC1	Riccò	5.25	9.04
RIC2		5.25	17.25
RIC3		9.55	22.15
PER	Pernecco	6.33	9.52
SAR1	Sardorella	2.89	3.59
SAR2		4.66	6.48
SAR3		8.38	15.78
S0	Secca a monte del Pernecco	4.42	9.21
S1		6.33	18.73
S2		8.91	27.49
S3		10.39	45.16
BUR	Burba	5.84	10.8
GEM	Geminiano	2.81	3.12
TRA	Trasta	3.26	3.16
TOR1	Torbella	4.88	6.24
TOR2	Torbella	3.52	4.50
FEG1	Fegino alla confluenza con il Polcevera	3.41	2.48
FEG2	A monte della confluenza con il Burlo	2.4	1.59
BRL1	Burlo	1.7	0.66
VER	Verde	10.59	33.45
POL1	Polcevera	3.68	59.55
POL2		5.54	123.28
POL3		7.45	125.32
POL4		9.82	137.28

Tab. 3 - Torrente Polcevera: lunghezza asta principale ed area sottesa dai vari sottobacini;

Codice sezione	Corso d'acqua	Lunghezza asta [km]	Area sottesa [km ²]
C0	Rio dei Campi	3.59	3.93
I11	Rio d'Iso	2.78	0.84
I12		2.65	0.88
I1		3.65	5.83
I0		5.11	7.21
V62	Rio Gallaneto	2.68	1.97
R0	Rio Rizzolo	2.12	1.35
M0	Rio Mavasso	1.74	0.90
T0	Rio dei Torbi	2.54	2.84
SM42	Rio S. Martino	2.13	1.93
SM41		1.87	1.94
SM4		2.13	3.87
SM31		3.31	4.68
SM3		3.31	5.59
SM2		3.87	6.31
SM11		5.13	7.25
SM1		5.13	10.09
SM0		6.61	11.24
S0		Rio Senasci	1.46
G0	Rio Gioventina	3.98	2.90
V61	Verde	3.27	2.52
V6		3.27	4.49
V51		3.90	4.72
V5		5.26	13.49
V4		6.37	15.07
V3		7.46	27.22
V21		8.74	28.10
V2		8.74	28.90
V11		9.53	29.49
V1		9.53	32.39
V0		10.59	33.45

Tab. 4 - Torrente Verde: lunghezza asta principale ed area sottesa dai vari sottobacini.

2.7.1.2 Gerarchizzazione del reticolo idrografico

Ai fini di predisporre uno strumento utile alla pianificazione di bacino è stata riportata nelle Tavole 3 e 6 la gerarchizzazione del reticolo idrografico del Torrente Polcevera, ottenuta applicando lo schema di Horton rivisitato da Strahler (1957). La gerarchizzazione, seppure non direttamente utilizzata nei calcoli idrologici, contribuisce alla caratterizzazione geometrica, morfologica ed idraulica del reticolo idrografico.

Si è quindi rappresentato il reticolo idrografico stesso attraverso una serie di segmenti, interconnessi da nodi; si sono definiti in particolare i "rami sorgenti", cioè i tratti che drenano esclusivamente i versanti e che non hanno reticolo a monte: ad essi si è attribuito l'ordine gerarchico 1. E' stato quindi attribuito un ordine a tutti i successivi "links" del reticolo, utilizzando le seguenti regole:

- il ramo che nasce dall'unione di due rami di uguale ordine "n" assume ordine "n+1";

- il ramo che nasce dall'unione di due rami di ordine diverso assume ordine pari al maggiore degli ordini dei rami confluenti;
- l'ordine del bacino è il maggiore ordine fra gli ordini dei rami.

2.7.2 Pluviometria

2.7.2.1 Regime delle piogge intense

Le piogge di massima intensità e breve durata aumentano considerevolmente le probabilità di generare eventi di piena; tali fenomeni si registrano soprattutto nei mesi autunnali quando il terreno è già ricco di umidità e riduce notevolmente, a parità di altre condizioni (pendenza dei versanti, copertura vegetale, ecc), le funzioni di filtro e polmone allo sviluppo dei deflussi superficiali. L'analisi idrologica ha pertanto come obiettivo primario proprio l'elaborazione di questo tipo di precipitazioni.

La previsione quantitativa delle piogge intense riveste una importanza fondamentale per le scelte pianificatorie e progettuali alla scala di pianificazione di bacino.

Le sollecitazioni dovute alle precipitazioni meteoriche più intense sono un dato essenziale, oltre che per la progettazione di reti di drenaggio, anche per studiare gli interventi di difesa e conservazione del suolo, per progettare le opere idrauliche e, più in generale, tutti i manufatti soggetti, in modo diretto o indiretto, all'azione meteorica.

Poiché i nubifragi forniscono la principale sollecitazione idrometeorologica sul territorio, la loro previsione è un requisito essenziale per valutare il rischio idrologico e geologico, sia dal punto di vista strettamente alluvionale, sia per quanto riguarda la stabilità dei versanti e l'erosione superficiale.

Le previsioni dei nubifragi vengono condotte valutando la sollecitazione meteorica temibile con assegnata frequenza, prefissata dal progettista, utilizzando una impostazione probabilistica o, meglio, stocastica. Nella previsione delle piogge intense riveste un ruolo fondamentale la descrizione probabilistica del processo in esame del quale bisogna, di conseguenza, studiarne le proprietà statistiche, quali emergono dalle osservazioni sperimentali.

La previsione statistica dei nubifragi comporta, in prima istanza, l'analisi del comportamento locale della pioggia nel tempo in termini globali, studiando cioè il fenomeno in un punto dello spazio.

Se questo punto corrisponde alla localizzazione di una stazione di misura pluviometrica dotata di una serie di osservazioni sufficientemente lunga, l'analisi si basa sulla elaborazione statistica di tale serie. In caso contrario, l'informazione ottenuta dalle osservazioni nelle stazioni della rete pluviometrica viene estrapolata nello spazio al fine di fornire indicazioni sul sito in esame.

Analizzare il comportamento globale del nubifragio significa valutare l'afflusso idrico complessivamente rovesciato sul sito esaminato, durante un certo lasso di tempo, indipendentemente dalla variabilità del fenomeno stesso all'interno di questo intervallo temporale.

Poiché il tasso di precipitazione varia nel tempo in modo assai marcato, l'afflusso idrico rilasciato dal nubifragio, in termini di volume specifico o di tasso medio della precipitazione, varia notevolmente con la lunghezza dell'intervallo temporale considerato e bisogna quindi studiare la natura di tale variabilità. Le Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica forniscono una risposta a questa necessità.

Pertanto, nel contesto del presente piano, particolare importanza riveste la conoscenza delle precipitazioni di forte intensità e breve durata che, oltre a rivestire un peculiare interesse climatologico, risulta indispensabile per la progettazione delle opere idrauliche e, soprattutto, di quelle necessarie per la difesa del suolo in genere e per la sistemazione dei corsi d'acqua, in particolare.

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica individuano per ogni tempo di ritorno di interesse l'altezza massima annuale di pioggia per date durate.

2.7.2.2 Dati elaborati

In virtù delle definizioni precedenti, la determinazione delle linee segnalatrici richiede una preliminare elaborazione degli ietogrammi registrati dalla stazione pluviografica in esame. In base alle registrazioni continue del processo va ricostruito un campione di osservazioni sperimentali della variabile aleatoria altezza di pioggia massima $H(d)$ per ogni valore di durata d di interesse tecnico: si ottiene in tal modo una serie di altezze di pioggia massime per ogni diversa durata di integrazione presa in esame. I dati sono stati ricavati dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, Parte I, Sezione Autonoma del Genio Civile con sede in Genova per i bacini con foce al litorale tirrenico dal Roja al Magra; le informazioni relative alle stazioni sono state tratte dall'elenco delle stazioni termopluviometriche del Servizio Idrografico Italiano, pubblicazione n. 27, Ministero dei Lavori Pubblici.

Le analisi statistiche necessitano di una serie di osservazioni di valori massimi annuali sufficientemente numerosa e possibilmente continua. Inoltre, nel caso in cui l'analisi venga condotta utilizzando valori relativi a stazioni differenti, le registrazioni dovrebbero coprire periodi storici coincidenti. Come si evince dalla Tabella 5, tali condizioni non si verificano per tutte le stazioni elencate: ciò ha richiesto una preventiva selezione dei dati utilizzabili.

L'elaborazione statistica è stata effettuata sulla base dei valori massimi annuali relativi a piogge di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore. Per il bacino del Torrente Verde sono stati considerati inoltre i valori massimi annui delle altezze di pioggia di durata inferiore all'ora (5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45 minuti). Il numero delle osservazioni disponibili risulta variabile a causa delle differenze nel periodo di funzionamento di ciascuna stazione. Inoltre le serie non sono continue in quanto mancano le registrazioni in alcuni anni. La tabella seguente riporta, per le stazioni analizzate, il tipo di apparecchio (Pr = pluviografo), la quota della stazione, il periodo per il quale sono disponibili le osservazioni ed il numero totale di dati utilizzabili. Nonostante siano state elaborate tutte le informazioni a disposizione, le serie con un numero di dati inferiore a 30 non sono state considerate statisticamente rappresentative e, di conseguenza, escluse dall'analisi. L'unica eccezione è costituita dalla stazione di Pontedecimo (Torrente Verde) il cui numero di osservazioni è troppo piccolo, soprattutto per durate di precipitazione inferiori all'ora; pertanto qualsiasi modello probabilistico adottato non potrebbe significativamente rappresentare la distribuzione di probabilità dei valori massimi annuali delle altezze di pioggia registrate a Pontedecimo. Per ovviare a questa carenza di dati si è provveduto a costruire una serie storica "fittizia" ottenuta "pesando" le matrici caratteristiche di Isoverde, Madonna della Guardia e Pontedecimo con coefficienti proporzionali alle aree di influenza di ogni stazione.

In virtù delle considerazioni precedentemente illustrate, le stazioni prese in esame per l'analisi idrologica sono quelle riportate in tabella.

TORRENTE POLCEVERA				
Nome stazione	Tipo apparecchio	Quota s.l.m.	Periodo osservazioni	n° dati disponibili
Genova-Università	Pr	21	1951-1992	42
Isoverde	Pr	270	1934-1994	60
Madonna Guardia	Pr	814	1937-1979	36
Monte Capellino	Pr	660	1954-1992	33
Mignanego	Pr	250	1938-1992	54
TORRENTE VERDE				
Isoverde	Pr	270	1934-1994	60
Madonna Guardia	Pr	814	1937-1979	36
Pontedecimo	Pr	80	1958-1978	18

Tab. 5 Stazioni pluviometriche utilizzate per lo studio idrologico.

Per il Torrente Verde la stazione di Isoverde rimane in posizione baricentrica rispetto all'estensione areale del bacino, mentre le rimanenti due sono ubicate, rispettivamente, sullo spartiacque meridionale ed in prossimità della radice del bacino, appena fuori di questo. La stazione di Mignanego non è stata considerata in quanto la sua posizione risulta al di là dello spartiacque orientale del bacino delimitato dall'allineamento M Lecco - M Calvo - Bric Bastia - M Paissese.

La stazione di Isoverde si trova al centro del bacino ed ha funzionato ininterrottamente dal 1933 fino ad oggi, con un'interruzione nel 1975. Gli ultimi dati a disposizione sono quelli relativi al 1994. La stazione di Madonna della Guardia ha funzionato, con alcune interruzioni, dal 1937 al 1979 per un totale di 35 anni; sono inoltre disponibili alcuni dati sull'evento del 1993. La stazione di Pontedecimo ha funzionato, con numerose interruzioni, dal 1958 fino al 1978. I dati relativi alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore sono complessivamente 18; tra essi spiccano i valori registrati durante l'evento alluvionale del 1970. I dati di Pontedecimo risultano comunque mediamente più bassi di quelli delle altre due stazioni.

Considerando le piogge con durata giornaliera (24 ore) i valori medi oscillano tra un massimo di 168,11 mm di Madonna della Guardia ed un minimo di 153,07 mm registrato a Pontedecimo.

Nella tabella riassuntiva che segue sono stati messi a confronto i dati relativi alle stazioni di Isoverde e Madonna della Guardia, unitamente all'indicazione della differenza percentuale dei valori.

Durata (min)	Isoverde	Madonna Guardia	Δ (%)
5 min	11,34	12,26	8,11
10 min	17,55	17,49	-0,34
15 min	20,62	18,79	-8,87
20 min	25,59	28,11	9,85
30 min	31,02	39,64	27,79
1 ora	45,62	48,19	5,63
3 ore	74,79	76,92	2,85

Durata (min)	Isoverde	Madonna Guardia	Δ (%)
6 ore	100,36	100,21	-0,15
12 ore	131,63	135,53	2,96
24 ore	166,19	168,11	1,16

Tab. 6 Differenze tra i dati relativi alle stazioni di Isoverde e Madonna della Guardia.

Si osserva che, per piogge di durata superiore ai 20 minuti, i dati di Madonna della Guardia risultano mediamente più elevati; per durate comprese tra i 5 e i 20 minuti, invece, i valori massimi registrati nella stazione di Isoverde sono più elevati.

Per quanto riguarda il Torrente Polcevera occorre tenere in considerazione la notevole influenza che l'evento alluvionale verificatosi nel 1970 ha avuto sulle elaborazioni. I valori delle precipitazioni registrate in molte stazioni pluviometriche, soprattutto quelle situate nella zona centro-orientale del bacino del Torrente Polcevera, sono stati particolarmente elevati risultando di gran lunga i maggiori nelle rispettive serie storiche. Risulta evidente che la presenza o meno di questo dato modifica sensibilmente i risultati delle analisi. In particolare, le curve di possibilità pluviometrica relative a Bolzaneto, Pontedecimo e Valleregia sono risultate notevolmente superiori (tempi di ritorno minori) a quelle delle altre stazioni in quanto, la mancanza di un numero sufficiente di dati, ha dato un peso maggiore all'evento. Risultati opposti sono stati ottenuti per le stazioni per le quali il dato del '70 risulta mancante. Per questo motivo anche le osservazioni registrate a Crocetta d'Orero non possono essere considerate attendibili.

2.7.2.3 Valori medi delle precipitazioni mensili, stagionali ed annuali (bacino T. Verde)

La determinazione degli afflussi meteorici caratteristici del bacino idrografico ha richiesto il calcolo delle altezze medie di pioggia caduta sul bacino medesimo, note le serie storiche delle misure registrate dai pluviometri delle tre suddette stazioni.

La media aritmetica delle misure registrate nelle tre stazioni darebbe un risultato attendibile solo se l'area fosse pianeggiante e la distribuzione dei pluviometri uniforme. Si è pertanto proceduto alla determinazione della pioggia media caratteristica del bacino pesando le singole misure con pesi proporzionali alle aree di influenza di ciascun apparecchio.

Il contorno delle aree di influenza è stato disegnato utilizzando il metodo dei topoi (di Thiessen) corretto sulla base della configurazione orografica del bacino. Tale scelta è stata dettata dalla evidente separazione del bacino operata dall'allineamento M.Orditano-M.Larvego che delimita il sottobacino del Rio S.Martino. In particolare, alla stazione di Madonna della Guardia è stato assegnato il sottobacino del rio S. Martino avente area complessiva di 11,24 km² e delimitato a sud dall'allineamento M Proratado - M Figogna, ad est dall'allineamento M Orditano - M Proratado, a nord dallo spartiacque M Orditano - M Larvego (503,0 m) e ad ovest dall'allineamento M Larvego - confluenza rio S. Martino Torrente Verde - Ceranesi - M Figogna.

Alla stazione di Isoverde è stata assegnata la parte alta del bacino avente area complessiva di 15,97 km² e delimitata a sud dallo spartiacque M Orditano - M Larvego - confluenza del Torrente Verde con il rio S. Martino e ad est dall'allineamento confluenza del Torrente Verde con il rio S. Martino - Langasco - M Calvo; alla stazione di Pontedecimo è stata assegnata la restante area pari a 6,24 km².

Nella tabella sotto riportata, si osserva la variazione delle aree di influenza delle tre stazioni utilizzando il metodo di Thiessen corretto anziché quello classico; con tale metodo le suddette aree si ottengono tracciando perpendicolari intersanti nel mezzo le congiungenti delle stazioni.

STAZIONE	Metodo di Thiessen classico		Metodo di Thiessen corretto	
	Aree di competenza		Aree di competenza	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Isoverde	23,42	70,01	15,97	47,74
Madonna Guardia	6,90	20,63	11,24	33,60
Pontedecimo	3,13	9,36	6,24	18,66
Totale	33,45	100,00	33,45	100,00

Tab. 7 Aree di competenza delle varie stazioni.

La scelta di sostituire i dati registrati dalla stazione di Pontedecimo con la serie “fittizia” è stata anche suggerita dalla particolare posizione geografica della stazione che rimane fuori dal bacino, a valle della sezione di chiusura, e ad una quota (80 m s.l.m.) sensibilmente più bassa rispetto a quella media del bacino (468,08 m s.l.m.).

Pertanto, in relazione al bacino in oggetto, i dati di Pontedecimo sono da considerarsi scarsamente rappresentativi.

Si sostituisce pertanto alla serie storica rilevata nella stazione di Pontedecimo quella “fittizia” che verrà utilizzata nella successiva elaborazione statistica insieme alle serie storiche di Isoverde e Madonna della Guardia. La nuova serie sarà in seguito indicata con il nome IS-MDG-PX..

Confrontando le medie dei campioni della serie “fittizia” con quelle delle tre stazioni si osserva che le prime risultano mediamente più basse di quelle di Isoverde e Madonna della Guardia per durate comprese tra 1 e 24 ore.

Durata	Isoverde	Madonna Guardia	IS-MDG-PX
5 min	11,34	12,26	11,14
10 min	17,55	17,49	17,94
15 min	20,62	18,79	19,13
20 min	25,59	28,11	25,95
30 min	31,02	39,64	34,61
1 ora	45,62	48,19	45,15
3 ore	74,79	76,92	74,29
6 ore	100,36	100,21	98,14
12 ore	131,63	135,53	131,11
24 ore	166,19	168,11	165,35

Tab. 8 Confronto tra le medie dei campioni della serie “fittizia” e quelle delle stazioni.

Elaborando i valori delle altezze medie mensili di precipitazione delle tre stazioni con i “pesi” proporzionali alle aree di influenza si sono ottenuti le altezze medie delle precipitazioni mensili, stagionali ed annuali dell’intero bacino.

Precipitazioni mensili

Nelle tabelle in appendice A vengono riportati i valori delle precipitazioni medie mensili relative alle tre stazioni, per ciascun anno di attività, nonché le medie globali calcolate per l’intero periodo di osservazione.

Da questi dati appare la tendenza generale ad una prevalenza dei valori relativi alla stazione di Isoverde, unitamente alla ricorrente inferiorità di quelli riferiti alla stazione di Pontedecimo.

Questa tendenza trova probabilmente giustificazione nella particolare morfologia della zona in cui si colloca Isoverde: i rilievi che circondano la località, soprattutto quelli costituenti lo spartiacque appenninico a N, costituiscono uno sbarramento per i venti umidi provenienti dal mare che tendono pertanto a rilasciare gran parte del vapore acqueo sotto forma di precipitazione.

I dati riferiti alle medie mensili relativi all'intero bacino mostrano chiaramente come i mesi di ottobre e di novembre siano di gran lunga quelli in cui si verificano le maggiori precipitazioni con 240,1 e 226,0 mm rispettivamente.

Dopo una drastica diminuzione da dicembre a febbraio i valori riprendono a crescere nel mese di marzo (136,5 mm); ad aprile l'andamento riprende la discesa fino alla minima media assoluta di luglio (56,3 mm).

Medie stagionali

Le medie calcolate per le tre stazioni sul periodo totale preso in esame mostrano come l'autunno sia nettamente la stagione in cui si concentrano maggiormente le precipitazioni durante l'anno, con valori ravvicinati nelle stazioni di Madonna della Guardia ed Isoverde, pari a 213,2 mm e 204,7 mm rispettivamente.

Le medie calcolate per l'intero bacino rispecchiano l'andamento visto per le singole stazioni con le precipitazioni mensili autunnali nettamente preponderanti (213,2 mm), seguite da quelle invernali (134,9 mm), leggermente superiori a quelle registrate durante la primavera (131,9 mm) ed infine quelle estive (75,1 mm).

Tale regime pluviometrico è definito "marittimo", caratterizzato da elevate precipitazioni da ottobre a marzo, con i massimi nei mesi di ottobre e di novembre, ma con precipitazioni scarse o quasi nulle tra giugno ed agosto.

Medie annuali

Delle tre stazioni esaminate quella in cui si registra la massima media è Isoverde, con 1760,8 mm in 96 giorni piovosi, mentre il valore minimo spetta a Pontedecimo con 1431,4 mm in 82 giorni piovosi

La media riferita all'intero bacino mostra un valore di 1667,3 mm in 91 giorni piovosi; tale valore risulta quasi doppio rispetto alla media annuale dell'intero territorio italiano, stabilita in 970 mm (Tonini, 1959).

Confrontando i valori della densità media annua di precipitazione, ottenuta rapportando le medie annue ed i giorni piovosi annui, viene mantenuto il medesimo andamento per le tre stazioni, con il massimo valore di 18,3 mm/g per Isoverde e minimo di 17,5 mm/g per Pontedecimo. Il valore di 18,3 mm/g riferito al bacino del Torrente Verde permette di considerarlo come un'area ad elevata intensità pluviometrica.

Manto nevoso

Al fine di rendere più completa l'analisi delle caratteristiche climatiche del bacino sono state prese in considerazione anche le precipitazioni nevose, per il riflesso che queste possono avere sull'andamento del regime biologico.

Il numero limitato dei dati a disposizione, riferiti per le tre stazioni utilizzate al periodo compreso tra il 1951 ed il 1976, non consente tuttavia una piena attendibilità dei risultati ottenuti, in tal caso eccessivamente influenzati da isolati valori eccezionali.

Nella tabella allegata vengono riportate le medie mensili ed annue riferite ai giorni di precipitazione nonché a quelli di permanenza della neve al suolo per tre stazioni utilizzate: Isoverde, Madonna della Guardia e Pontedecimo.

Da una rapida visione dei dati appare chiaramente come risulti modesta l'incidenza di tali precipitazioni sull'andamento dei deflussi: le precipitazioni si verificano soprattutto in Gennaio e Febbraio, con un valore massimo di 1,7 giorni "nevosi" in gennaio per la stazione situata alla Madonna della Guardia. Nel periodo esaminato, però, si sono annoverati anche alcuni anni privi di precipitazioni nevose.

Limitatamente alla stazione della Madonna della Guardia (814 m s.l.m.) si sono poi registrate deboli precipitazioni anche durante i mesi di Aprile e Novembre: per cinque e sei anni rispettivamente.

Da notare quindi la naturale esigua presenza di precipitazioni nevose riferite alla stazione di Pontedecimo: il mese più nevoso risulta Febbraio con 0,4 giorni di precipitazioni.

Dall'analisi dei giorni di permanenza della neve al suolo sorge naturalmente una considerazione: tranne che per il mese di Marzo si verifica regolarmente una maggiore durata del manto misurato alla stazione di Isoverde, benché il maggior numero di giorni interessato da precipitazioni nevose sia registrato alla Madonna della Guardia; la "conca" di Isoverde risulta protetta dalle possibili correnti provenienti da Sud proprio per la presenza del rilievo M Figogna.

Le medie annuali rispecchiano quanto visto fino ad ora: la stazione più "nevosa" risulta quella di Madonna della Guardia con 6,0 giorni di precipitazione all'anno, mentre la maggior permanenza di neve al suolo è riferita ad Isoverde con 9,2 giorni.

Raffrontando l'altezza del manto nevoso con il numero di giorni di precipitazione, spiccano, entro il periodo esaminato, i seguenti casi di massima "densità nevosa":

- 50 cm in 3 g.n. nel Febbraio 1976 ("Guardia")
- 60 cm in 5 g.n. nel Gennaio 1972 ("Guardia")
- 60 cm in 6 g.n. nel Febbraio 1963 ("Guardia")

2.7.2.4 Dati storici

Risulta interessante la valutazione della gravosità delle precipitazioni che hanno provocato l'alluvione del 1970, dal momento che le piene conseguenti influenzano sensibilmente la curva d'inviluppo delle portate di piena della regione Liguria. Lo stesso evento rappresenta inoltre un importante riferimento per la caratterizzazione del comportamento del bacino dal punto di vista della trasformazione afflussi-deflussi.

In tabella 9 vengono riportati i valori di pioggia registrati dalle stazioni prese in considerazione nel corso dell'evento del 1970 ed i relativi tempi di ritorno stimati a partire dalle curve di possibilità pluviometrica definite.

Stazione	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Genova-Università	76 (10)	166 (20)	201 (20)	256 (20)	414.8 (50)
Isoverde	75.2 (20)	138 (20)	217 (25-50)	274 (25-50)	377.2 (50-100)
Madonna Guardia	60 (5)	170.2 (50)	315.8 (150)	450.8 (150)	580 (150)

Stazione	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Monte Capellino	62 (10)	160 (50-100)	280 (200)	480 (200-500)	732 (500)

Tab 9 - Altezze massime di pioggia [mm] registrate durante l'evento alluvionale del 7-8 Ottobre 1970. Tra parentesi è riportata la stima del relativo tempo di ritorno T [anni].

È opportuno ricordare che precipitazioni maggiori sono state registrate a Valleregia e a Bolzaneto, stazioni escluse dall'analisi per i motivi già esposti. Si può comunque notare che, in generale, i tempi di ritorno aumentano con l'aumentare della durata delle precipitazioni. Inoltre, mentre per brevi durate di pioggia, inferiori al tempo di corrivazione dei singoli sottobacini considerati, l'evento del 1970 non sembra essere eccezionale, lo stesso risulta particolarmente gravoso a partire dalla durata di 6 ore, corrispondente all'incirca al tempo di corrivazione dell'intero bacino del t. Polcevera, per il quale la piena assume, mediamente, caratteristiche centenarie.

Per quanto riguarda la massima piovosità giornaliera il valore estremo registrato, per i periodi esaminati, nelle stazioni di Pontedecimo e di Madonna della Guardia si riferisce all'episodio piovoso dell'8 Ottobre 1970, con il massimo assoluto di 749,2 mm nella prima e di 580,0 mm nella sonda. Per la stazione di Isoverde, il massimo valore giornaliero di 381,27 mm è stato registrato durante gli eventi alluvionali del settembre del 1993. Si ricorda che per le stazioni di Madonna della Guardia e Pontedecimo non sono ad oggi disponibili i dati relativi alle precipitazioni particolarmente intense degli anni 1992-1993-1994.

Le massime precipitazioni mensili risalgono al Novembre 1926, con il massimo assoluto di 1324,0 mm di Isoverde, ed al Novembre 1951; si ricorda che il Novembre 1926 non figura nella graduatoria riferita alla stazione di Madonna della Guardia non essendo stati ancora attivati i pluviografi. Appare comunque la netta prevalenza di precipitazione nei mesi di Ottobre e Novembre.

Osservando i dati annui spiccano i 3718,0 mm caduti in 132 giorni registrati ad Isoverde nel 1926, valore superiore al doppio della media annua fissata in 1667,3 mm; a questi seguono i 2952,2 mm in 117 giorni piovosi del 1951 registrati nella stazione di Madonna della Guardia e quindi i 2952,0 mm in 102 giorni piovosi riferiti ancora al 1926 ma registrati a Pontedecimo.

Anche tra le medie minime ricorrono ovunque due anni: il 1921, con il minimo assoluto di 696,0 mm in 64 giorni piovosi registrato a Pontedecimo, ed il 1944, risultante estremo alla stazione di Madonna della Guardia. In anni più recenti si osservano i 941,6 mm in 64 giorni piovosi misurati nel 1976 a Pontedecimo, unitamente ai 1070,7 mm in 72 giorni piovosi riferiti al 1973 e rilevati alla stazione di Madonna della Guardia.

Il 4 ottobre 2010 si è verificato un evento alluvionale che ha colpito il territorio delle province di Genova e Savona. In particolare sono stati interessati i comuni di Varazze, di Cogoleto, di Arenzano e di Genova. In quest'ultimo caso, la zona più colpita è localizzata nel Ponente cittadino, in particolare Sestri Ponente (al pluviometro di Monte Gazzo è stata registrata una precipitazione pari a circa 400 mm/6h).

Vista l'entità del fenomeno meteorologico con i conseguenti gravi danni al territorio, alle infrastrutture, a persone e beni mobili è stato dapprima dichiarato lo Stato di emergenza con decreto del Presidente del Consiglio del 7/10/2010 e successivamente emanata l'Ordinanza del Dipartimento di protezione civile nazionale n. 3903 del 22/10/2010.

Nel bacino del t. Polcevera, sulla base delle informazioni raccolte da stampa, popolazione e sopralluoghi, le aree più significative interessate da esondazioni sono state localizzate nel tratto terminale del t. Fegino, così come evidenziato nella mappa sottostante.

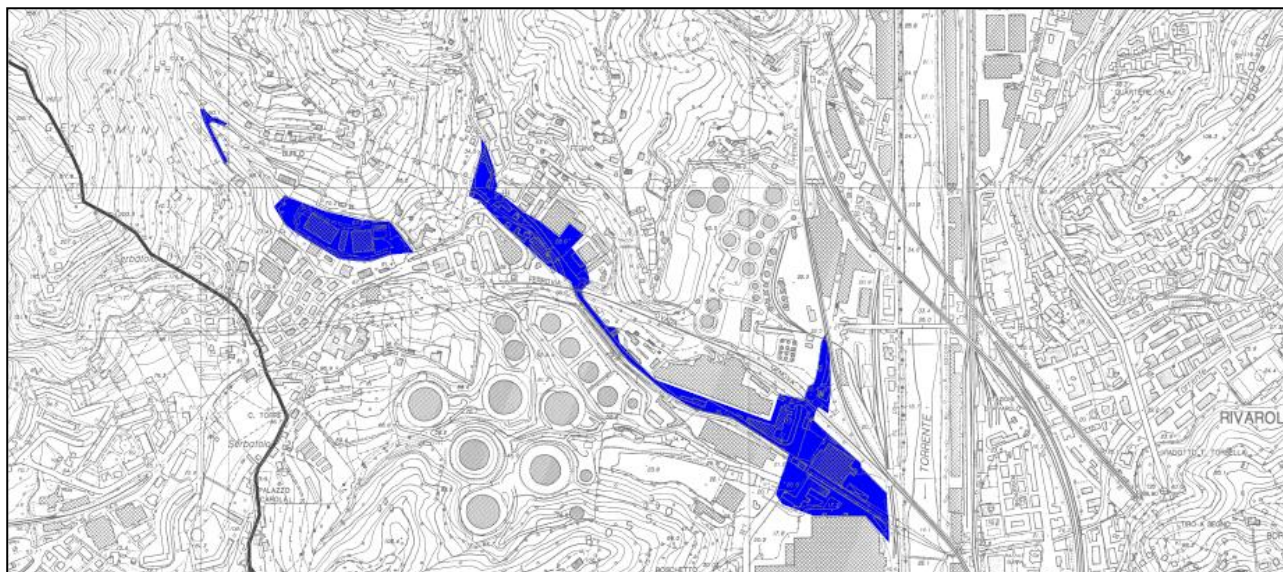


Figura 1: aree inondate evento 2010

Il 4 novembre 2011, l'evento molto intenso e diffuso che ha provocato l'esondazione del t. Fereggiano e del Bisagno, ha interessato anche la parte orientale del bacino del t. Polcevera, in particolare il comune di Sant'Olcese e il bacino del t. Sardorella.

Particolarmente significativi sono stati i valori di pioggia osservati a Vicomorasso in comune di Sant'Olcese, dove il pluviometro ha registrato valori record di 181 mm/h, 337 mm/3h e 469 mm/24h.

Il torrente Sardorella è stato protagonista di un evento di piena notevole provocando l'asportazione di una gran quantità di materiale e la sottoescavazione di molte difese spondali e il franamento di alcune sponde naturali; in particolare in località Arvigo a monte del ponte della strada per Isola è stato scalzato un tratto del muro in sponda sinistra, provocando il crollo parziale di una casa abitata.

Circa 100 m a valle del ponte di via Isola, in sponda sinistra, si è verificato il cedimento di una porzione di muro di difesa spondale a protezione di un capannone

Il torrente Sardorella è esondato a Piccarello, invadendo la sede stradale e i piani terra degli edifici. Analogamente il rio Gazzo è esondato a monte dell'attraversamento della strada provinciale. In corrispondenza della confluenza tra i rivi Ciubeca-Gazzo-Gazu si è depositata una notevole quantità di materiale alluvionale. Molte difese spondali realizzate in gabbioni sugli affluenti sono collassate.

Esondazione diffuse, accompagnate da rilevante trasporto solido, hanno interessato la frazione di Assalino, provocando l'interruzione della strada comunale. Il torrente Sardorella in corrispondenza del ponte della ferrovia Genova-Casella in località Vallombrosa risulta notevolmente sovralluvionato.

Diversi rivi in località Busalietta hanno invaso con il materiale solido trasportato la ferrovia Genova-Casella e la parallela S.P. 2.

In località Pinasco, il rio ha eroso il piede del versante, causando l'innescò di un movimento franoso che ha interessato la coltre di copertura, interrompendo una strada interpodereale.

La mappatura delle aree inondate è riportata nella *Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate*.

Nell'autunno 2014 una serie di eventi ha interessato il territorio della Provincia: in particolare il bacino del torrente Polcevera è stato colpito dall'evento che ha interessato la Liguria tra il 14 ed il 15 novembre 2014.

Nell'area di Genova si sono allagate varie zone della città, da Voltri a Sampierdarena, sia ad opera di piccoli bacini che per l'esondazione del torrente Cerusa e del Polcevera. Quest'ultimo è uscito dagli argini a Pontedecimo e Bolzaneto; anche alcuni suoi affluenti sono esondati (Ricco, Rio Torbella, Fegino) creando disagi e problemi, oltre che a Genova, a Serra Riccò e Mignanego.

La mappatura delle aree interessate da inondazione relativa a quest'ultimo evento, come desunte dalla perimetrazione approvata con D.G.R. 59 del 28 gennaio 2015, è riportata nella *Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate*.

2.7.2.5 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica individuano per ogni tempo di ritorno di interesse l'altezza massima annuale di pioggia per date durate.

Per determinare la pioggia critica, cioè quell'evento che, con una certa durata ed intensità, è in grado di generare la portata massima per un assegnato periodo di ritorno, si è proceduto all'elaborazione statistica delle serie storiche sopra menzionate.

La regolarizzazione statistica delle serie dei massimi annuali per le differenti durate è stata effettuata assumendo il modello di distribuzione di probabilità del valore estremo EV1 (o di Gumbel):

$$P(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

dove α e β rappresentano, rispettivamente, i parametri di concentrazione e della tendenza centrale.

Avendo indicato con $P(x)$ la funzione di probabilità cumulata di una data altezza di pioggia x , con μ il valore medio e con σ^2 lo scarto quadratico medio, si ha:

$$\alpha = 1.2825/\sigma^2$$

$$\beta = \mu - 0.45 \cdot \sigma^2$$

Ad ogni stazione è stata pertanto associata una tabella che riporta i valori delle altezze di precipitazioni massime aventi durata pari a 5, 10, 15, 20 e 30 minuti (esclusivamente Torrente Verde) e 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per periodi di ritorno di 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni (per il Torrente Verde sono inoltre stati considerati i seguenti tempi di ritorno: 15, 20,30, 40, 300, 400 anni).

Definita la legge probabilistica che, per una prefissata durata di pioggia, lega l'altezza di precipitazione alla probabilità del suo verificarsi, si procede alla determinazione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per diverse durate e per un assegnato periodo di ritorno T definite dalla relazione monomia:

$$h = a \cdot t^n$$

che lega l'altezza di pioggia h, cumulata nell'intervallo di tempo t, durante uno scroscio avente tempo di ritorno T.

I parametri a ed n, per assegnato T, si calcolano con il metodo dei minimi quadrati - dopo avere trasformato la relazione $h = a \cdot t^n$ nei corrispondenti logaritmi - utilizzando i valori massimi di altezza di precipitazione aventi durate comprese tra i 5 ed i 60 minuti e tra 1 e 24 ore.

I punti (t,h) caratteristici di ogni stazione sono stati riportati su un grafico. I valori di a ed n relativi ad 1 ora sono stati ottenuti dalla media aritmetica dei valori di a e di n ottenuta dall'elaborazione dei dati fino ad un'ora e tra 1 e 24 ore.

Nelle tabelle allegate sono riportate le serie di linee segnalatrici di probabilità pluviometrica calcolate per precipitazioni di durata fino a 6 ore (Torrente Verde) e 24 ore (Torrente Polcevera) con i diversi periodi di ritorno, ognuna caratteristica di una singola stazione.

I sottobacini Fosso Montanesi e Torrente Ponterosso sono stati assegnati alla stazione Monte Capellino; il Rio Riasso alla stazione di Isoverde; il Torrente Secca alla stazione di Mignanego; il Torrente Burba ed il Rio Trasta alla stazione di Madonna della Guardia; i Torrenti Geminiano, Fegino e Torbella alla stazione di Genova-Università.

I sottobacini del Torrente Verde individuati dalle sezioni di chiusura C0, I11, I12, I1, I0, V61, V62, V6, V51, I0, R0, V5, V4 sono stati assegnati alla stazione di Isoverde. Quelli relativi al rio S. Martino ed individuati dalle sezioni SM42, SM41, SM4, SM31, M0, T0, SM3, SM2, SM11, SM1 ed SM0 sono stati assegnati alla stazione di Madonna della Guardia. I bacini del Rio Gioventina (sezione G0) e del Rio Senasci (sezione S0) sono stati assegnati alla stazione IS-MDG-PX.

Ogni sottobacino, sotteso ad una sezione di chiusura posta a valle della confluenza del Rio S. Martino con il Torrente Verde (V3, V21, V2, V11, V1 e V0), è stato invece assegnato ad una serie di linee segnalatrici di probabilità pluviometrica ottenuta "pesando" le serie caratteristiche di Isoverde, Madonna della Guardia e IS-MDG-PX con coefficienti proporzionali alle aree di influenza di ogni stazione.

2.7.3 Valutazione delle portate di massima piena annuale.

L'individuazione delle criticità idrauliche dei vari corsi d'acqua del bacino, delle aree conseguentemente inondabili a vari tempi di ritorno e la definizione degli interventi di sistemazione idraulica si basano sulla determinazione delle portate di piena massima annuale a diversi tempi di ritorno.

La formazione delle piene è un fenomeno complesso che mal si presta ad una rigorosa modellazione matematica. È comunque possibile, schematizzando, suddividere il processo di formazione della piena in due parti: la prima, idrologica, che avviene sulla superficie del bacino e che trasforma la precipitazione in portata affluente alla rete e la sonda, idraulica, che avviene all'interno della rete dove le portate affluenti producono correnti in moto vario che propagandosi verso valle lungo le aste formano l'onda di piena nella sezione di chiusura del bacino.

In mancanza di un numero sufficiente di registrazioni di portata lungo la rete idrografica del bacino indagato non è stato possibile procedere alla valutazione dei tempi di ritorno con una regolarizzazione statistica dei valori estremi di portata. Si sono quindi determinate le portate estreme partendo dalle precipitazioni, ricorrendo a differenti metodi disponibili in letteratura.

Alcuni di questi metodi sono di tipo puramente empirico e definiscono il valore della portata in base a similitudini con casi osservati. Appartiene a questa categoria la curva d'involuppo del Cati. Questi metodi permettono di valutare solamente la portata massima potenziale ma il risultato ottenuto non è associabile ad un livello di probabilità di accadimento, espresso in termini di tempo di ritorno.

Altri metodi si basano sulla simulazione della trasformazione degli afflussi in deflussi, e si distinguono per i differenti approcci teorici al problema. A questa categoria appartengono il metodo razionale e il metodo dell'idrogramma unitario. Le equazioni che stanno alla base del primo metodo sono in grado di descrivere in maniera semplificata il comportamento idrologico dei bacini nel caso di eventi di piena, consentendo di definire unicamente il valore di portata al colmo mentre con il sondo può essere determinato anche l'andamento temporale della piena.

Inoltre, l'uso di tali metodi richiede la stima di alcuni parametri che possono variare all'interno del bacino (come quelli relativi al coefficiente di deflusso) e che sono difficilmente determinabili per via diretta. Di conseguenza, per la loro valutazione, si ricorre generalmente al confronto con situazioni reali per le quali sia noto l'effettivo comportamento idrologico del bacino in termini di trasformazione afflussi-deflussi.

Tra i metodi che si basano sulla simulazione del processo di trasformazione afflussi-deflussi vanno inclusi quelli che si basano sull'applicazione di modelli numerici. La simulazione del fenomeno di piena avviene in questo caso per passi temporali e quindi l'andamento dell'evento può essere ricostruito per l'intero suo svolgimento. I parametri necessari ai modelli e che caratterizzano il comportamento del bacino vengono generalmente determinati mediante taratura, ovvero tramite il confronto tra i risultati della simulazione e i valori di portata osservati. Qualora questi ultimi non siano disponibili i parametri vengono stimati sulla base della conoscenza di caratteristiche fisiche del bacino o sulla base di risultati relativi ad applicazioni in bacini che presentano caratteristiche simili a quello di indagine.

Con l'applicazione dei modelli numerici è possibile simulare l'andamento di una piena conseguente a uno ietogramma di precipitazione generico. Un altro vantaggio è costituito dalla possibilità di simulare eventuali disomogeneità del bacino mediante una sua suddivisione in sottobacini e di sommare successivamente i vari contributi.

In particolare per il Torrente Verde la portata massima al colmo nelle varie sezioni di chiusura del bacino, correlata a tempi di ritorno prefissati, è stata determinata con il metodo razionale.

Per il Torrente Polcevera è stato usato il metodo razionale per valutare la portata al colmo nelle sezioni di chiusura dei seguenti bacini: Fosso di Montanesi; Torrente Ponterosso; Rio Riasso; Torrente Secca; Torrente Burba; Torrente Geminiano; Rio Trasta; Torrente Torbella.

Con l'applicazione del modello matematico di simulazione della trasformazione afflussi-deflussi (S-SIMO) si è giunti ad una schematizzazione più dettagliata del bacino ed è stato possibile riprodurre alcune caratteristiche fondamentali del fenomeno di piena, quali il tempo ed il valore di picco della portata e la forma dell'idrogramma di piena, non soltanto per le sezioni di chiusura dei sottobacini precedentemente esaminati, ma anche per altre sezioni della rete idrografica considerate critiche dal punto di vista della sicurezza idraulica.

Tale procedura ha consentito di ottenere l'idrogramma di piena per le sezioni di chiusura dei seguenti bacini:

- Rio Paveto;
- Torrente Riccò (a valle della confluenza con il Torrente Riasso ed a monte della confluenza con il Torrente Verde);
- Torrente Sardorella (monte, intermedio, alla confluenza con il Secca);
- Torrente Pernecco;
- Torrente Secca (a valle della confluenza con il Torrente Pernecco, a monte della confluenza con il Torrente Sardorella ed alla confluenza con il Torrente Polcevera);
- Torrente Polcevera (a monte della confluenza con il Secca a valle della confluenza con il Burba, a valle della confluenza con il Trasta ed a valle della confluenza Torbella-Fegino).

2.7.3.1 Tempo di corrivazione

Il parametro che influenza maggiormente l'andamento dei deflussi di piena è il tempo di corrivazione, ovvero il tempo necessario perché una particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino, possa far sentire il suo effetto nella sezione di chiusura. Questo parametro dipende dalle caratteristiche morfologiche del bacino e per la sua determinazione si ricorre ad espressioni empiriche. Tali espressioni differiscono notevolmente tra loro sia per le diverse grandezze considerate che per le diverse caratteristiche dei bacini esaminati. Tra tutte, in Italia, viene generalmente adottata quella proposta da Giandotti, basata su rilievi effettuati su bacini di dimensioni variabili tra 170 e 70.000 km²:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{mr}}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione espresso in ore,

A = superficie del bacino in km²

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua, estesa fino allo spartiacque, in km,

h_{mr} = altezza media relativa del bacino rispetto alla sezione di chiusura in m.

Espressioni ottenute da indagini su bacini meno estesi (inferiori a 40 km²) sono state proposte da Ventura:

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

e da Pasini:

$$T_c = 0.108 \sqrt[3]{AL} \sqrt{\frac{1}{i_a}}$$

dove i_a rappresenta la pendenza media dell'asta principale.

Tra quelle proposte in altri Paesi viene presa in considerazione l'espressione di Kirpich, anche se adatta soprattutto per bacini di non elevata pendenza. Adottando le stesse unità di misura metriche precedenti si arriva a:

$$T_c = 0.95 \frac{L^{1.155}}{d^{0.385}}$$

dove d rappresenta il dislivello dell'asta principale, prolungata fino allo spartiacque, in (m). In questo caso alla pendenza del corso d'acqua viene assegnato un peso elevato che provoca, nei bacini genovesi caratterizzati da forti pendenze, tempi di corrivazione molto limitati.

In conclusione i valori più attendibili sembrano essere quelli ottenuti delle prime tre espressioni riportate.

Per il bacino del Torrente Verde oltre a queste sono state considerate le seguenti espressioni:

Viparelli $T_c = L/3.6$

CN-SCS $T_c = [0.57 \cdot L^{0.8} \cdot (1000/CN-9)^{0.7}] / (i_v \cdot 100)^{0.5}$

dove i_v rappresenta l'acclività media dei versanti.

Il valore caratteristico T_c di ogni sottobacino è ottenuto dalla media aritmetica dei tempi di corrivazione calcolati con le formule precedenti.

In particolare per il Torrente Verde si ottiene un T_c pari a 2.5 ore mentre per l'intero Polcevera il T_c risulta essere di 4.5 ore (Giandotti).

2.7.3.2 Curve Number

Il metodo del Curve Number è stato proposto dall'U.S. Soil Conservation Service nel 1972 e permette la determinazione dell'altezza di precipitazione netta P_n , depurata cioè dall'assorbimento iniziale I , sendo il rapporto tra il volume specifico infiltrato F ed il volume specifico di saturazione del terreno S .

Il suddetto metodo è molto diffuso, soprattutto grazie alla notevole mole di dati reperibili in letteratura per la sua applicazione.

Come noto, esso calcola la pioggia efficace, ovvero il volume di deflusso V , a partire dalla precipitazione netta (P_n) in base all'equazione:

$$V = \frac{W}{S} \cdot P_n$$

dove W rappresenta il contenuto idrico del suolo e S la capacità idrica del suolo a saturazione. Tenendo conto che W e P_n possono essere scritte nel seguente modo:

$$W = P_n - V$$

$$P_n = P - IA$$

dove P è la pioggia totale, mentre IA rappresenta le perdite iniziali per intercettazione, la formula iniziale diventa:

$$V = \frac{(P - IA)^2}{P + S - IA}$$

In questa formula compare il parametro S , caratteristico delle condizioni del territorio, che viene calcolato come:

$$S = 25.4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

a partire dal numero di curva CN .

Questo è un parametro che può venire determinato rifacendosi ad apposite tabelle predisposte dal Soil Conservation Service, in base alle caratteristiche pedologiche, vegetazionali e di uso del suolo, e alle precipitazioni del periodo immediatamente precedente quello considerato.

Gruppo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo o argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione e saturazione
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alte capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie.

Tabella 10 - Classificazione dei tipi di suolo secondo il Soil Conservation Service (SCS).

Tipologie	Trattamenti e pratiche colturali	Gruppi suoli (SCS)			
		A	B	C	D
Terreno coltivato	In filari	72	81	88	91
	In filari	67	78	85	89
	Recintate	70	79	84	88
	Recintate	65	75	82	86

Tipologie	Trattamenti e pratiche colturali	Gruppi suoli (SCS)			
		A	B	C	D
	Recintate e terrazze	66	74	80	82
	Recintate e terrazze	62	71	78	81
Seminativi	In filari	65	76	84	88
		63	75	83	87
	Recintate	63	74	82	85
		61	73	81	84
	Recintate e terrazze	61	72	79	82
		59	70	78	81
Legumi e colture a rotazione	In filari	58	72	81	85
	Recintate	64	75	83	85
		55	69	78	83
	Recintate e terrazze	63	73	80	83
		51	67	76	80
Pascoli		68	79	86	89
		49	69	79	84
		39	61	74	80
	Recintate	47	67	81	88
		25	59	75	83
		6	35	70	79
Prato		30	58	71	78
Bosco		45	66	77	83
		36	60	73	79
		25	55	70	77
Insedimenti sparsi		59	74	82	86
Strade sterrate		72	82	87	89
Strade asfaltate e zone urbanizzate		74	84	90	92

Tab. 11 - Curve Number per tipi di copertura del suolo (da Soil Conservation Service, "Hydrology", Stion 4, National Engineering Handbook, Marzo 1985 - tradotta e modificata)

Il valore di CN così trovato deve essere però considerato semplicemente indicativo delle condizioni effettive del bacino, specialmente qualora si tratti di un bacino di tipo montano come quello in esame; infatti il metodo del SCS è stato messo a punto essenzialmente per bacini agricoli, per cui l'effettivo valore da adottare andrà determinato in fase di taratura del modello.

Il sondo parametro da introdurre per applicare questo metodo è il valore delle perdite iniziali IA che tiene conto del volume d'acqua complessivamente intercettato dalla vegetazione, dalle depressioni superficiali e dell'imbibizione iniziale del terreno; queste possono essere stimate anche mediante la relazione empirica:

$$IA = 0.2 \cdot S$$

Nel presente studio si è utilizzato un valore di IA costante uguale a 1.5 mm su tutto il bacino del Polcevera, e 2.5 mm per il Verde; si è ritenuto che i suddetti valori fossero maggiormente

rappresentativi del fenomeno in relazione al tipo di bacino. Inoltre, essi risultano mediamente più bassi, quindi più cautelativi, di quelli ottenibili utilizzando la formula sopra riportata.

Per il Torrente Polcevera è stato considerato un CN=90 costante per tutto il bacino, corrispondente a situazioni iniziali critiche ovvero a condizioni di elevata saturazione del terreno; per il Torrente Verde il CN, differente per ogni sottobacino, è stato ottenuto come media, pesata sull'area, dei singoli CN.

2.7.3.3 Metodo Razionale

Una volta determinato il tempo di corrivazione si procede alla valutazione della portata di massima piena, corrispondente alla precipitazione con assegnato tempo di ritorno. E' stato utilizzato il metodo introdotto da Turazza già nel 1880 noto come metodo cinematico o razionale. Si parte dalla considerazione che l'evento meteorologico più gravoso per un bacino sia quello di durata pari al tempo di corrivazione, per il quale si realizza la completa contribuzione del bacino. Infatti, se la durata della precipitazione è inferiore a Tc solo una frazione del bacino contribuisce a generare deflusso, mentre durate di precipitazione maggiori al Tc presentano intensità di pioggia inferiori e quindi la portata corrispondente risulta inferiore.

Nella formulazione originaria di Turazza l'idrogramma di piena viene ipotizzato ad andamento triangolare, con l'istante corrispondente al picco di portata in posizione simmetrica rispetto all'idrogramma. Tramite un coefficiente di trasformazione (C) dell'afflusso totale in afflusso efficace è possibile calcolare la portata di picco imponendo un semplice bilancio tra afflusso ed deflusso alla sezione di chiusura. La portata di picco risulta:

$$Q = \frac{0.278 \cdot C \cdot h \cdot A}{T_c}$$

dove h rappresenta la pioggia caduta (mm), A è l'area del bacino (km²), Tc è il tempo di corrivazione (ore) e il coefficiente 0.278 è un parametro di omogeneizzazione dimensionale.

La suddetta formula è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.
- il tempo di ritorno della portata di piena è pari a quello della precipitazione che l'ha generata.

Questa approssimazione prescinde dal fatto che su un bacino idrografico, a causa del diverso stato iniziale di imbibizione del terreno, eventi meteorici di pari gravosità possono dar luogo ad idrogrammi di piena anche sensibilmente diversi tra loro.

Nella presente applicazione al coefficiente di deflusso C è stato assegnato il valore 0.85 in considerazione della bassa permeabilità e della elevata pendenza media dei versanti di tutti i bacini esaminati. Questa assunzione viene giustificata anche dagli elevati valori del parametro CN (Curve Number) stimati in studi analoghi per alcuni bacini limitrofi aventi caratteristiche idrologiche simili a quelle dei bacini considerati nella presente analisi. Infatti, come verrà chiarito in seguito, ad alti valori del parametro CN corrispondono suoli caratterizzati da bassa permeabilità.

Per il bacino del Torrente Verde nella valutazione della portata anziché considerare la pioggia netta valutata tramite il coefficiente di deflusso ($C \cdot h$) è stata utilizzata direttamente quella determinata con il metodo CN-SCS come descritto in precedenza (P_n).

2.7.3.4 Curva di inviluppo

Una valutazione della portata massima temibile per i corsi d'acqua della regione Liguria che abbiano foce sul litorale tirrenico è stata effettuata dal Servizio Idrografico mediante l'adozione della Curva Inviluppo: una curva che raccoglie tutti i dati storicamente rilevati dalla rete idrometrica sui corsi d'acqua della Liguria ed aggiornata dopo l'alluvione del 1970, dall'ingegner Lino Cati.

È interessante sottolineare che l'adozione della Curva Inviluppo fornisce valori di portata ai quali, per quanto cautelativi ed elevati possano essere, non è possibile assegnare alcun periodo di ritorno e di conseguenza alcuna probabilità di accadimento degli eventi considerati: in altre parole non si può stimare né quantificare la vulnerabilità sotto il profilo della sicurezza idraulica delle opere che si intendono analizzare e verificare.

Tuttavia i valori dei contributi unitari riportati nella curva aggiornata dall'Ing. Cati rappresentano una importante base di riferimento per il controllo e la verifica dei risultati ottenuti con altri metodi. Considerando inoltre che dalla curva di inviluppo (aggiornata a seguito degli eventi alluvionali del 1970) è possibile stimare la portata registrata alla sezione di chiusura del bacino del T. Polcevera durante lo stesso evento del 1970, di cui si conoscono i valori cumulati di precipitazione in 1, 3, 6, 12 e 24 ore, tale stima è stata utilizzata per la fase di taratura del modello matematico applicato.

Dalle considerazioni precedenti, e tenuto conto di quanto riportato in letteratura, è possibile assegnare a questa curva d'inviluppo un tempo di ritorno di ca. 200 anni. Tale assegnazione contiene però un certo grado di incertezza e non si può escludere che, essendo la curva fortemente influenzata anche da un singolo evento, tale tempo di ritorno non sia costante con l'aumentare dell'area del bacino. L'evento del 1970, per esempio, essendo stato provocato da una precipitazione di durata compresa tra le 6 e le 24 ore, ha aumentato sensibilmente i contributi unitari dei bacini con tempo di corrivazione maggiore, mentre non sembra aver influito notevolmente su quelli con T_c più basso.

Per il Torrente Verde la portata valutata tramite la curva inviluppo risulta $566 \text{ m}^3/\text{s}$ mentre per il bacino del torrente Polcevera è $1656 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.7.3.5 Modello numerico S-SIMO

Come già premesso l'esigenza principale della presente analisi idrologica è quella di pervenire alla taratura di un modello in grado di riprodurre le caratteristiche fondamentali del fenomeno di piena quali il tempo di risalita, il valore del colmo, la forma dell'onda.

Nella pratica idrologica i modelli più utilizzati sono senza dubbio quelli lineari stazionari perché, nonostante le notevoli semplificazioni, consentono di giungere a risultati applicativi.

E' noto tuttavia che il comportamento del bacino è in genere tutt'altro che lineare e stazionario; infatti, normalmente, due precipitazioni identiche sul bacino in due diversi periodi di tempo danno luogo ad idrogrammi diversi nella sezione di chiusura, in dipendenza soprattutto delle condizioni iniziali (umidità del suolo, stato dei serbatoi sotterranei e di superficie ecc.) e della stagione.

Sebbene sussistano queste limitazioni, è stato empiricamente osservato che, soprattutto in corrispondenza degli eventi più intensi, è possibile, nell'ambito delle usuali approssimazioni, definire un comportamento medio del bacino. In altri termini è possibile definire un operatore lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi in grado di riprodurre le caratteristiche fondamentali delle piene più gravose.

Il modello utilizzato nell'analisi del bacino del Torrente Polcevera (S-SIMO) è di tipo deterministico concettuale ed è stato sviluppato allo scopo di simulare i processi idrologici che si verificano in un bacino durante un evento di piena.

Il modello è in grado di riprodurre qualsiasi tipo di configurazione della rete idrografica, per quanto complessa essa sia (presenza di serbatoi, di diversioni, scarichi, ecc.).

Nel modello si individuano quattro parti o componenti principali: valutazione del deflusso da un sottobacino, propagazione lungo un tratto della rete idrografica, sovrapposizione di idrogrammi di piena e infine determinazioni particolari in serbatoi, diversioni, ecc.

I principali processi fisici descritti e/o simulati dal modello possono essere distinti in:

- pioggia;
- intercettazione-infiltrazione;
- trasformazione della pioggia efficace in deflusso dal sottobacino;
- contributo del deflusso di base;
- propagazione dell'onda di piena.

I dati di precipitazione, sono la distribuzione temporale disponibile, possono essere introdotti direttamente come valori ragguagliati per il sottobacino o come valori ponderali di ciascuna stazione, dai quali il modello calcola la precipitazione media sul sottobacino.

I processi di intercettazione, immagazzinamento superficiale ed infiltrazione rappresentano le perdite, la cui valutazione consente il calcolo delle piogge efficaci.

Per la trasformazione delle piogge efficaci in deflusso il modello si basa sulla teoria dell'idrogramma unitario.

Al deflusso diretto si deve aggiungere il contributo del deflusso di base, determinato nel modello in base a tre parametri di input: valore della portata iniziale, valore della portata al di sotto del quale inizia la fase di esaurimento, valore della costante di esaurimento.

La procedura di propagazione della piena è usata per simulare le portate in uscita dai tronchi degli alvei e dei serbatoi.

La tabella 12 riporta i vari algoritmi utilizzati dal modello per la simulazione dei processi descritti.

Precipitazioni	Registrate	Stazioni pesate Medie areali
	Sintetiche	Standard di progetto Curve di probabilità
	Fusione della neve	Grado-Giorno Bilancio energetico
Perdite per intercettazione ed infiltrazione (calcolo della pioggia efficace)	Esponenziali Uniformi Numero di curva SCS Algoritmo di Holtan	
Idrogramma unitario	Precalcolato	
	Sintetico	Clark Snyder SCS
Onda cinematica		
Deflusso di base		
Propagazione	Perdite in alveo	
	Muskingum	
	Muskingum - Cunge	
	Plus modificato	Curva vaso-scarico Sezione data
	Misto R&D	
	Ritardo medio	Progressivo successivo
	Onda cinematica	
Propagazione in serbatoio		Curva vaso-scarico Stramazzo a battente Scivolo inclinato
Derivazioni		

Tabella 12 - Algoritmi di trasformazione afflussi-deflussi.

Nel modello S-SIMO sono disponibili diverse procedure alternative per la simulazione dei vari processi idrologici.

Nella presente applicazione, per la determinazione della pioggia efficace si è fatto ricorso al metodo del Numero di Curva (CN) del Soil Conservation Service, mentre per la trasformazione della pioggia efficace in deflusso sono utilizzabili tre diversi tipi di Idrogramma Unitario: quello adimensionale del Soil Conservation Service, quello di Clark e quello di Snyder.

Come si può desumere da quanto esposto in precedenza (paragrafo 3.2), il metodo SCS fornisce unicamente il valore globale della pioggia efficace per l'intero evento; poiché invece il modello opera in sequenza continua, simulando il progredire nel tempo dei processi idrologici, e necessita dunque di conoscere il valore della pioggia efficace relativo a ciascun intervallo di tempo, esso calcola tale valore come differenza tra il valore complessivo della pioggia efficace alla fine dell'intervallo considerato e il valore che aveva raggiunto alla fine dell'intervallo precedente.

La pioggia efficace, determinata attraverso il metodo descritto, è poi trasformata dal modello in deflusso utilizzando la tecnica dell'idrogramma unitario.

Oltre all'uso dell'idrogramma unitario naturale del bacino, qualora conosciuto, nel modello sono disponibili tre tipi di idrogramma unitario sintetico.

L'*idrogramma unitario adimensionale del Soil Conservation Service* richiede come input un unico parametro, il tempo di ritardo TLAG tra il baricentro del pluviogramma (inteso come pluviogramma di pioggia efficace) e il tempo di picco dell'idrogramma.

A partire da questo dato vengono calcolati i due parametri che definiscono l'idrogramma, e cioè il tempo di picco e il valore della porta al colmo:

$$Q_{PEAK} = 0.21 \cdot \frac{V \cdot A}{T_{PEAK}}$$

$$T_{PEAK} = 0.5 \cdot T_p + TLAG$$

dove T_p rappresenta la durata della pioggia efficace, che, trattandosi di un idrogramma unitario, è pari all'intervallo temporale di calcolo, mentre sono V il volume di deflusso superficiale, in mm, A l'area del bacino in km² e QPEAK, la portata al colmo in m³/s.

Una volta calcolati questi due parametri, la successione delle ordinate dell'idrogramma unitario viene calcolata per similitudine con un idrogramma adimensionale di forma costante (idrogramma di Mockus).

L'*idrogramma Unitario di Clark* si basa sulla schematizzazione del bacino come una rete di canali lineari che collegano in modo indipendente ogni areola elementare del bacino con un serbatoio lineare di costante R posto nella sezione di chiusura.

Per poter definire l'idrogramma unitario è necessario conoscere il tempo impiegato dal deflusso per raggiungere la sezione di chiusura da ciascuna areola elementare e costruire così una curva area-tempo A(t) che esprime la superficie cumulata che ha contribuito al deflusso alla chiusura in funzione del tempo.

La letteratura idrologica fornisce varie metodologie per la costruzione di tale curva, ma nessuna di esse è esente da difetti di ordine concettuale.

In prima approssimazione, per quanto la velocità di deflusso sia in realtà variabile sia nello spazio (da punto a punto), sia nel tempo (a sonda del contenuto idrico del suolo, dell'intensità di pioggia, dei livelli idrici nei collettori ecc.), si può ritenere costante la velocità in ciascun punto del bacino, e considerare perciò isocorvivi i punti situati alla medesima distanza, lungo le linee di deflusso, dalla sezione di chiusura. Si può così tracciare una mappa delle linee isocrone del bacino (linee che congiungono tutti i punti di uguale tempo di corrivazione) e, misurando le aree comprese tra la sezione di chiusura e ciascuna linea, costruire la curva A(t).

Qualora non sia possibile determinare sul bacino la curva area-tempo, il modello utilizza una curva sintetica adimensionale, definita dalle relazioni:

$$A = 1.414 \cdot t^{1.5} \quad \text{per } 0 < t < 0.5$$

$$A = 1.414 \cdot (1 - t^{1.5}) \quad \text{per } 0.5 < t < 1$$

dove A è l'area espressa come frazione dell'area totale del bacino, e t è il tempo espresso come frazione del tempo di concentrazione, relazioni che sono appropriate per un bacino di forma ellittica con un unico collettore principale e che possono essere accettabilmente estese anche a bacini di forma non troppo diversa da questa.

Una volta definita la curva area-tempo, che in sostanza riproduce le caratteristiche morfologiche e fisiografiche del bacino, in uno dei due modi visti o altri ancora, le ordinate della curva stessa sono convertite in volume di deflusso al sondo per millimetro di pioggia efficace e rapportate al tempo di concentrazione del bacino, che dev'essere quindi fornito come parametro di input.

L'idrogramma istantaneo risultante viene poi propagato attraverso il serbatoio lineare, per simulare gli effetti di immagazzinamento del bacino, attraverso l'equazione:

$$Q(2) = CA \cdot I + CB \cdot Q(1)$$

con i coefficienti:

$$CA = \frac{t}{R + \frac{t}{2}} \qquad CB = 1 - CA$$

in cui I è l'ordinata dell'idrogramma istantaneo prima della propagazione, Q(1) e Q(2) le portate istantanee all'inizio e alla fine dell'intervallo di calcolo t ed R è la costante di immagazzinamento del bacino, in ore, definita come il rapporto tra il volume di invaso nel "serbatoio" e la portata in uscita da esso.

L'ordinata dell'idrogramma unitario alla fine dell'intervallo di calcolo viene poi calcolata come:

$$Q = \frac{Q(1) + Q(2)}{2}$$

In definitiva sono dunque tre i parametri richiesti per l'applicazione di questo metodo: la curva area-tempo, il tempo di concentrazione T_c, e il coefficiente di immagazzinamento R.

Anche l'*idrogramma unitario di Snyder* richiede, per la sua applicazione, 3 parametri: la curva area-tempo, il tempo di ritardo standard di Snyder T_p, pari a 1.1 volte il ritardo tra una precipitazione istantanea e il corrispondente picco dell'idrogramma istantaneo, e il coefficiente di picco di Snyder C_p.

Questo metodo determina soltanto la portata al colmo, il tempo di picco e l'ampiezza dell'idrogramma unitario al 50% e al 75% della portata di picco. Poiché non sono fornite le ordinate dell'idrogramma unitario, esse vengono calcolate dal modello utilizzando il metodo di Clark, e adattando i parametri di questo in modo da ottenere un idrogramma unitario che presenti un tempo di picco e una portata al colmo pari a quelli determinati a partire dai parametri di Snyder.

In sostanza quindi l'idrogramma unitario di Snyder può essere considerato un caso particolare dell'idrogramma di Clark, in quanto nel modello esso viene riprodotto attraverso i

parametri di quest'ultimo, per cui ogni risultato ottenibile utilizzando il metodo di Snyder può essere ricavato anche inserendo direttamente appropriati valori dei parametri di Clark.

Una volta determinata la portata alla chiusura di ciascun sottobacino attraverso uno dei metodi descritti, il modello effettua la propagazione del deflusso dal sottobacino superiore fino alla chiusura del sottobacino inferiore, prima di sommarlo al deflusso di quest'ultimo.

Anche per la propagazione il modello contempla la possibilità di utilizzare diversi metodi di calcolo, tra i quali è stato scelto il metodo di Muskingum per il minore numero di dati richiesti.

Questo metodo è basato sull'equazione di continuità:

$$\frac{dS}{dt} = QI - QO$$

che per un intervallo temporale finito t diventa:

$$\frac{S(2) - S(1)}{\Delta t} = \frac{QI(2) + QI(1)}{2} - \frac{QO(2) + QO(1)}{2}$$

dove $S(2)$ e $S(1)$ sono i volumi invasati nell'alveo collettore all'inizio e alla fine dell'intervallo di tempo, $QI(2)$ e $QI(1)$ sono gli afflussi all'inizio dell'alveo e $QO(2)$ e $QO(1)$ sono i deflussi all'uscita del collettore, rispettivamente sempre all'inizio e alla fine dell'intervallo di tempo.

Essendo note le condizioni iniziali, come pure l'afflusso QI , le incognite rimanenti sono S e QO , per cui è necessario introdurre una seconda equazione.

Il metodo di Muskingum ipotizza l'esistenza di una relazione tra S e QO , data dall'espressione:

$$S = K[x \cdot QI + (1-x) \cdot QO]$$

essendo $K=L/V$ (L = lunghezza del collettore e V = velocità "efficace") una costante che ha dimensioni di un tempo e x un coefficiente di peso, adimensionale e con valori fino a 0.5, ma generalmente variabili tra 0.2 e 0.4, che tiene conto della differente incidenza che hanno le portate entranti ed uscenti nel determinare il volume invasato nell'alveo.

Combinando le due relazioni si ottiene il valore della portata all'uscita del collettore, che è pari a:

$$QO(2) = (CA - CB) \cdot QI(1) + (1 - CA) \cdot QO(1) + CB \cdot QI(2)$$

con i coefficienti

$$CA = \frac{2t}{2K(1-x) + t}$$

$$CB = \frac{t - 2Kx}{2K(1-x) + t}$$

Il modello contempla anche la possibilità di suddividere il collettore in una serie di tronchi di eguale tempo di percorrenza, su ciascuno dei quali può essere applicato il metodo descritto e dove l'afflusso ai tronchi inferiori è costituito dal deflusso dal tronco immediatamente superiore.

Il modello realizzato ha consentito la determinazione degli idrogrammi di piena in tutti i punti della rete idrografica ritenuti significativi. La schematizzazione adottata per l'applicazione del modello viene riportata in Figura 11. Tale schematizzazione individua una serie di sottobacini, per i quali viene determinato un idrogramma di deflusso in corrispondenza della sezione di chiusura; gli idrogrammi vengono quindi propagati e sommati in corrispondenza di punti prestabiliti (nodi) ubicati sia alla confluenza tra i corsi d'acqua della rete idrografica sia nelle altre sezioni per le quali è necessario conoscere l'output dal modello. Queste coincidono con le sezioni considerate critiche dal punto di vista della sicurezza idraulica.

Gli algoritmi per la simulazione della propagazione dei deflussi lungo la rete e per la loro somma nei punti di confluenza sono stati quindi utilizzati per ottenere gli idrogrammi di piena in ciascuna di queste sezioni.

All'interno di ciascun sottobacino si assume che la distribuzione spaziale della precipitazione e della infiltrazione sia uniforme.

Per l'analisi del Torrente Polcevera la scelta dell'idrogramma unitario è ricaduta sul metodo SCS, il quale richiede, come unico parametro, il tempo di ritardo TL che può essere determinato dalla relazione empirica $TL = 0.6 T_c$, dove T_c è il tempo di corrivazione calcolato sulla base delle formule precedentemente descritte.

L'assunzione di questi valori ha trovato riscontro, entro un grado di approssimazione accettabile, nell'andamento dell'alluvione del '70, durante la quale si registrarono un valore di precipitazione ragguagliata di 715 mm (distribuite in circa 24 ore) ed una portata alla foce di 1656 m³/s.

Sono state considerate precipitazioni con tempi di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni e di diversa durata, assumendo costante l'andamento delle piogge, allo scopo di determinare l'idrogramma con portata di picco maggiore. I valori di precipitazione utilizzati sono quelli medi delle cinque stazioni prese in considerazione.

2.7.3.6 Metodo CIMA

Il metodo CIMA consiste nella creazione di un modello matematico basato sulla regionalizzazione delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno, ottenuta tramite un modello afflussi-deflussi di tipo semi distribuito, tarato e validato sulla base di eventi storici di piena per i quali si avevano a disposizione dati di precipitazione e misure idrometriche.

La portata è ottenuta, quindi a partire dalla conoscenza delle precipitazioni intense regionalizzate, delle caratteristiche morfometriche dei bacini imbriferi e delle proprietà di assorbimento dei suoli.

I risultati della simulazione sono rappresentati dai valori di portata indice per numerose sezioni, poi utilizzati per rendere dimensionale la curva di crescita regionale delle portate, che risulta conseguentemente particolarizzata per i siti in esame.

La metodologia descritta può essere utilmente applicata in sezioni di corsi d'acqua che sottendano aree contribuenti di ordine di grandezza superiore a quello della cella elementare che costituisce il modello distribuito; nel caso in esame tale limite è indicativamente pari a una decina di chilometri quadrati. Per aree minori è proposto l'uso di un semplice modello concentrato, comunque in grado di descrivere i processi di formazione della piena per ridotte scale spaziali.

BACINI INFERIORI AI 2 Km²

Onde evitare la tendenza, legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza di durate tendenti a zero, è preferibile adottare, per bacini aventi area minore a 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km². In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T A U_{A=2}$$

Nella quale A è la superficie drenata espressa in km², U_{A=2} è il contributo unitario per area pari a 2 km², espresso in m³ s⁻¹ km⁻², e K_T il fattore di frequenza delle portate; entrambi i parametri sono tabellati, il primo in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, il secondo in funzione del tempo di ritorno.

2.7.3.7 Modello afflussi deflussi (Nash)

Nella fase di approfondimento dei piani, si è manifestata la necessità di calcolare nuovi valori di portata su corsi d'acqua idrologicamente indagati con il modello S-SIMO. Per superare le difficoltà legate all'applicazione di tale modello, si è ritenuto di sviluppare una nuova metodologia di calcolo basata su un modello afflussi-deflussi.

In una prima fase si è proceduto alla raccolta dei valori massimi annuali relativi a piogge di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore per tutte le stazioni pluviometriche del bacino del torrente Polcevera. I dati provengono dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, Parte I, Sezione Autonoma del Genio Civile con sede in Genova.

Per determinare la pioggia critica, cioè quell'evento che, con una certa durata ed intensità, è in grado di generare la portata massima per un assegnato periodo di ritorno, si è proceduto all'elaborazione statistica delle serie storiche sopra menzionate.

La regolarizzazione statistica delle serie dei massimi annuali per le differenti durate è stata effettuata assumendo il modello di distribuzione di probabilità del valore estremo EV1 (o di Gumbel):

$$P(x) = e^{-e^{-\frac{x-\beta}{\alpha}}}$$

dove α e β rappresentano, rispettivamente, i parametri di concentrazione e della tendenza centrale. Avendo indicato con P(x) la funzione di probabilità cumulata di una data altezza di pioggia x, con μ il valore medio e con σ^2 lo scarto quadratico medio, si ha:

$$\alpha = \sigma \cdot \frac{\sqrt{6}}{\pi}$$
$$\beta = \mu - 0.5772 \cdot \alpha$$

Ad ogni stazione è stata pertanto associata una tabella che riporta i valori delle altezze di precipitazioni massime aventi durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Definita la legge probabilistica che, per una prefissata durata di pioggia, lega l'altezza di precipitazione alla probabilità del suo verificarsi, si procede alla determinazione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per diverse durate e per un assegnato periodo di ritorno T definite dalla relazione monomia:

$$h = a \cdot t^n$$

che lega l'altezza di pioggia h, cumulata nell'intervallo di tempo t, durante uno scroscio avente tempo di ritorno T.

I valori di a e di n sono stati ricavati per tutte le stazioni analizzate, per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni mediante interpolazione ai minimi quadrati, su piano logaritmico, dei valori di h [mm] al variare della durata t [ore] per ciascun valore del tempo di ritorno T [anni].

L'elaborazione del modello afflussi deflussi è stata condotta tramite il software Urbis 2003, realizzato dal Centro Studi Deflussi Urbani con sede presso il D.I.I.A.R. del Politecnico di Milano, a cura di P. Mignosa e A. Paoletti.

Il tempo di corrivazione dei due sottobacini di monte è stato calcolato come media dei valori calcolati con le formule empiriche di Giandotti, Ventura, Pasini, Viparelli, CIMA.

Si è assunto quale pioggia di progetto uno ietogramma di tipo Chigago con durata pari a circa 3 volte il tempo di corrivazione diffuso uniformemente sul bacino; la depurazione delle piogge lorde è avvenuta con il metodo CN-SCS.

La risposta del bacino è stata modellata tramite idrogramma unitario istantaneo, in particolare con il modello di Nash, che simula il comportamento del bacino come una serie di n serbatoi uguali posti in serie; i parametri richiesti in ingresso sono il numero n di serbatoi e la costante di invaso k caratteristica di ciascuno di essi. Si è scelto n=3, mentre k è legata al tempo di corrivazione dalla formula empirica:

$$k = 0.5 \cdot \frac{t_c}{n-1}$$

Infine si è eseguito l'integrale di convoluzione tra le piogge nette e l'idrogramma istantaneo che ha portato alla definizione dell'idrogramma di piena di interesse per prefissato tempo di ritorno.

3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

3.1 **Problematiche di tipo geomorfologico (susceptività al dissesto di versanti)**

3.1.1 **Metodologia applicata**

Nell'ambito della revisione del presente Piano 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 susceptività al dissesto, si è deciso di "rigenerarla" completamente ottemperando così alle seguenti esigenze:

- aggiornare il tematismo "susceptività" alle carte di base modificate;
- uniformare i criteri di calcolo della susceptività tra un bacino idrografico 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 susceptività al dissesto dei versanti" (redatta da Regione Liguria);
- Piano pilota ex-D.L. 180/98 del torrente Sturla (realizzato da Regione Liguria);
- Piani di bacino stralcio per il rischio (Ambiti ex D.L. 180/98 e s.m.i.) aggiornati in seguito al recepimento dei pareri vincolanti espressi da Regione Liguria

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 susceptività, porta alla "somma algebrica" di tali pesi e alla realizzazione di una "gradazione di susceptività" che copre l'intero territorio analizzato; tramite la definizione di range si ricava la Carta della susceptività al dissesto alla quale vanno sovrimposte alcune categorie tra le quali le frane "quiescenti" e quelle "attive" rispettivamente nelle classi "elevata" e "molto elevata"; i pesi utilizzati non sono stati ricalcolati sul presente bacino idrografico ma sono stati presi direttamente dalla procedura già collaudata sui Piani di bacino stralcio per il rischio (Ambiti ex D.L. 180/98 e s.m.i.); questa scelta è dovuta sostanzialmente a due motivazioni:

- *i pesi precedentemente calcolati erano riferiti all'intera superficie dei cinque ambiti regionali (12/13, 14, 15, 16 e 17) e pertanto già sufficientemente rappresentativi dell'intero territorio provinciale per il versante tirrenico;*
- *mantenendo gli stessi pesi, range di riferimento e classi sovrainposte, si è ottenuto un livello informativo omogeneo e confrontabile.*

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 “susceptività” 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 susceptività 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.*

Assegnazione dei pesi

Per i criteri utilizzati per l’assegnazione dei pesi si riporta per completezza la procedura utilizzata nella redazione dei già citati “Piani per il rischio”.

■ 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]

$$A_T = \text{Area totale del bacino [km}^2 \text{]}$$

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 di Bacino di Rilievo Regionale della provincia di Genova 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 2.4.

LITOLOGIA (GXX_DLT.DGN)	sigla	peso
Argilliti	ag	10
Brecce	bc	7
Argilloscisti	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 (G056_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 2.4

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 2.5

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 2.5

Usa 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 2.6).

CLASSE DI USO DEL SUOLO (GXX_USO.DGN)	sigla	peso
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 2.6

■ Geomorfologia

Oltre allo stato della roccia ed alle coltri "sottili", sono state prese in considerazione, ove presenti, le ex-cave, le ex-discardiche e le aree caratterizzate da ruscellamento diffuso areale e da erosione diffusa areale (Tabella 2.7).

STATO DELLA ROCCIA (GXX_MOR.DGN)	sigla	peso
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	RO	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-discardiche		3
FENOMENI EROSIVI (GXX_MRF.DGN)		
Ruscellamento diffuso	rusc	5
Erosione diffusa	eros	5

Tabella 2.7

■ 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 2.8).

TIPOLOGIA DI BUFFER	buffer	peso
Limite formazionale (gXX_dlt.dgn)	25+25	1
Faglia (gXX_str.dgn)	25+25	2
Erosione concentrata di fondo (gXX_mrf.dgn)	25+25	7

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

Tabella 2.8

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 2.9.

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 2.9

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 ricadute normative, sono state sovrainposte le classi elencate in Tabella 2.10.

Si precisa che alle aree speciali “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; per quanto riguarda le altre aree speciali (es. 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 diffusa attiva	elevata	Pg3a
Area a franosità diffusa quiescente	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
Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi (conseguenti agli eventi alluvionali 2014)		rigato nero trasparente

Tabella 2.10

3.1.2 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

Nel bacino del Torrente Polcevera prevalgono le classi a suscettività media (pg2) e alta classificate come pg3b.

Le zone che sono invece contraddistinte da classi di suscettività al dissesto alta (pg3a) e molto alta (pg4) si concentrano principalmente nel bacino del torrente Sardorella (comune di Sant'Olcese) e nel bacino del torrente Verde (comune di Campomorone). Anche i versanti in sponda destra del torrente Riccò, in comune di Mignanego, sono caratterizzati da estese aree classificate come pg3a e pg4.

3.1.3 Descrizione criticità dei dissesti geomorfologici

Criticità 1

Località: Bric Montaldo.

Condizioni dell'area: sono stati riscontrati fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento lungo il versante e problemi al reticolo idrografico secondario.

Criticità: sono in questo caso legate alla viabilità secondaria e al reticolo idrografico.

Criticità 2

Località: abitato di Migliarina presso il Passo dei Giovi.

Condizioni dell'area: il versante presenta numerose nicchie di distacco e fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: l'abitato di Migliarina, la viabilità principale, infrastrutture significative nonché il reticolo idrografico secondario.

Criticità 3

Località: zona compresa tra gli abitati di Paveto e Costagiutta.

Condizioni dell'area: è caratterizzata da una generale situazione di instabilità superficiale con diffusi fenomeni franosi.

Criticità: oltre ai nuclei abitati di Paveto e Costagiutta può essere interessata dai fenomeni franosi la viabilità secondaria.

Criticità 4

Località: versante in sponda sinistra del rio Casaregio (Casè) (monte confluenza con il rio Paveto).

Condizioni dell'area: evidenza di fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità: strade secondarie e un capannone industriale, interessamento del reticolo

idrografico minore.

Criticità 5

Località: ex campo sportivo Ponte dell'Acqua.

Condizioni dell'area: in tale zona originariamente venne realizzato un campo sportivo collocando del terreno di riporto che in seguito fu interessato da un fenomeno franoso. Attualmente l'area è adibita a maneggio e mostra una serie di cedimenti nel terreno sul limite WNW. Alcune lesioni sono visibili anche nei muri di contenimento a monte del terreno di riporto. Non è da escludere la possibile riattivazione in seguito a intensi fenomeni piovosi.

Criticità: in questo caso è limitata alle strutture annesse al maneggio e ad infrastrutture viarie secondarie.

Criticità 6

Località: Case Banchieri (sponda sinistra del T.Riccò).

Condizioni dell'area: sono presenti diffusi fenomeni di instabilità superficiale.

Criticità: è limitata ad infrastrutture viarie minori.

Criticità 7

Località: zona di Piano Lavaggi – Case Carpaneto, in sponda sinistra T. Riccò.

Condizioni dell'area: generale situazione di instabilità, con evidenza di scivolamenti di limitate estensioni.

Criticità: è legata essenzialmente alla viabilità secondaria.

Criticità 8

Località: abitato di Fumeri.

Condizioni dell'area: il versante presenta evidenze di instabilità, con possibile riattivazione dei fenomeni nel caso di intense precipitazioni.

Criticità: viabilità secondaria e l'abitato stesso di Fumeri.

Criticità 9

Località: Cesino.

Condizioni dell'area: si tratta di una situazione complessiva di notevole instabilità.

Criticità: l'abitato di Cesino, il cimitero e le sedi stradali secondarie.

Criticità 10

Località: area a monte dell'abitato di Runessa.

Condizioni dell'area: il versante soprastante l'abitato di Runessa è caratterizzato da una situazione di instabilità diffusa con scivolamenti superficiali.

Criticità: abitato di Runessa ed alcuni capannoni oltre alla viabilità secondaria.

Criticità 11

Località: N.S. della Vittoria.

Condizioni dell'area: sono evidenti scivolamenti superficiali di limitate estensioni e fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: risulta interessata la sola viabilità secondaria.

Criticità 12

Località: Valle Serra e Valleregia.

Condizioni dell'area: le due valli sono caratterizzate da erosione superficiale e, a seconda della litologia, da debris flow (argilliti) e crolli in roccia (in particolare per la Valleregia).

Criticità: sono potenzialmente interessate abitazioni isolate e strutture viarie secondarie.

Criticità 13

Località: Loc. Castellaro – Ghigne.

Condizioni dell'area: è caratterizzata da una serie di cedimenti e da una forte propensione al dissesto.

Criticità: riguarda abitazioni isolate e infrastrutture viarie secondarie.

Criticità 14

Località: tratto della Strada Provinciale Pedemonte - Crocetta d'Orero.

Condizioni dell'area: a monte e a valle della strada provinciale sono presenti numerose frane (in parte già sistemate).

Criticità: è legata ad abitazioni isolate e alla strada provinciale.

Criticità 15

Località: zona tra gli abitati di Magnerri e Calcinara.

Condizioni dell'area: diffusi fenomeni di erosione superficiale, scivolamenti e crolli in roccia.

Criticità: legate ad abitazioni isolate e strade secondarie.

Criticità 16

Località: Costa Fontana.

Condizioni dell'area: generale situazione di instabilità superficiale.

Criticità: oltre ad infrastrutture viarie secondarie anche il centro abitato di Costa Fontana.

Criticità 17

Località: Crocetta d'Orero.

Condizioni dell'area: è caratterizzata dalla presenza di scivolamenti superficiali.

Criticità: possono essere potenzialmente interessati l'abitato di Crocetta d'Orero, la viabilità principale e infrastrutture significative, quale la ferrovia.

Criticità 18

Località: strada S. Cipriano – Prelo e strada S. Cipriano – Serra – Ponte dell'Acqua.

Condizioni dell'area: in entrambi i casi, a monte e a valle delle due strade, si osservano fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: risulta interessata la sola viabilità secondaria.

Criticità 19

Località: strada S. Cipriano – Pedemonte.

Condizioni dell'area: evidenze di instabilità con scivolamenti superficiali presso l'attraversamento dell'autostrada.

Criticità: viabilità secondaria.

Criticità 20

Località: area compresa tra C. Lagori e Molinetto Superiore.

Condizioni dell'area: il tratto di strada tra C. Lagori e Molinetto sup. è caratterizzato, a monte

e a valle, da una generale instabilità.

Criticità: alcune abitazioni isolate e capannoni e la viabilità principale.

Criticità 21

Località: Rio Ciaè o Pernecco.

Condizioni dell'area: entrambi i versanti del R. Ciaè, in cui si trovano gli abitati di Serre, Ronco e Tagge e, a valle di questi, fino a Pedemonte e la Strada Provinciale Pedemonte – Crocetta d'Orero, sono caratterizzati da impluvi normali all'asta principale impostati su argilliti, che possono determinare, durante intense precipitazioni, un considerevole aumento del trasporto solido e conseguenti parziali restringimenti della sezione utile dell'asta principale.

Criticità: abitazioni isolate, la viabilità principale e il reticolo idrografico secondario.

Criticità 22

Località: versante in sponda destra del Rio S. Biagio, compreso tra gli abitati di Livellato – S. Pietro – Gaiazza.

Condizioni dell'area: sono evidenti fenomeni di erosione e scivolamenti superficiali di limitate estensioni.

Criticità: risulta interessata la sola viabilità secondaria.

Criticità 23

Località: Rio S. Biagio a monte dell'abitato di Canonero.

Condizioni dell'area: lungo il rio presenza di dissesti e di fenomeni di erosione.

Criticità: oltre al reticolo idrografico i dissesti interessano anche la sede stradale secondaria.

Criticità 24

Località: Case Scandolaro (Pontedecimo).

Condizioni dell'area: risultano evidenti alcuni scivolamenti superficiali.

Criticità: a carico di abitazioni isolate, strade secondarie, un capannone industriale oltre a problemi legati al reticolo idrografico secondario.

Criticità 25

Località: Vallecaldà.

Condizioni dell'area: la zona di Vallecaldà è caratterizzata da una generale instabilità. In alcuni casi si sono già eseguiti degli interventi.

Criticità: riguarda l'abitato e la viabilità secondaria.

Criticità 26

Località: S. Quirico (sponda sinistra T. Polcevera).

Condizioni dell'area: diffusi fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: potenziale interessamento delle opere stradali.

Criticità 27

Località: Morego.

Condizioni dell'area: presenta fenomeni di diffusa instabilità superficiale.

Criticità: l'abitato di Morego e le infrastrutture viarie secondarie oltre ad alcuni insediamenti industriali. In alcuni casi si sono già eseguiti degli interventi.

Criticità 28

Località: Salita Brasile.

Condizioni dell'area: lungo la salita sono evidenti le lesioni agli edifici; la coltre e la roccia in posto risultano fortemente alterate sul versante lato autostrada, in particolare in prossimità del casello Bolzaneto la Soc. Autostrade sta già provvedendo alla sistemazione. L'instabilità del pendio è causa di dissesti anche in sponda sinistra del Rio Goresina presso la confluenza nel T. Polcevera. Una frana, già oggetto di intervento, è presente sul versante sinistro del Rio Scarboncino.

Criticità: risultano interessati o potenzialmente interessati il centro abitato, la viabilità secondaria e il reticolo idrografico minore oltre ad alcune infrastrutture significative.

Criticità 29

Località: Murta.

Condizioni dell'area: nella parte bassa della strada, che dal fondovalle sale fino all'abitato di Murta, sono presenti segnali di dissesti di lieve intensità su muretti e localmente su alcuni

edifici.

Criticità: alcune abitazioni e la viabilità secondaria.

Criticità 30

Località: strada Comago – S. Olcese.

Condizioni dell'area: lungo la strada sono presenti numerosi fenomeni franosi di modeste dimensioni.

Criticità: è legata alla viabilità secondaria.

Criticità 31

Località: areale della Busalletta.

Condizioni dell'area: sono presenti evidenze di una diffusa instabilità.

Criticità: è legata ad alcune abitazioni isolate, le opere viarie primarie e secondarie e la ferrovia.

Criticità 32

Località: S. Olcese Chiesa.

Condizioni dell'area: l'area è classificata come abitato da consolidare.

Criticità: l'abitato di S. Olcese Chiesa, la viabilità primaria e secondaria e alcune strutture significative.

Criticità 33

Località: Vicomorasso.

Condizioni dell'area: l'area è classificata come abitato da consolidare.

Criticità: l'abitato di Vicomorasso, capannoni, viabilità secondaria e parte del reticolo idrografico secondario.

Criticità 34

Località: T. Sardorella, nel tratto compreso tra gli abitati di Piccarello e Manesseno.

Condizioni dell'area: entrambi i versanti, ma in particolare modo il destro, sono caratterizzati da scaricatori impostati su argilliti, che possono determinare, durante intense precipitazioni, un considerevole aumento del trasporto solido e conseguenti parziali

restringimenti della sezione utile dell'asta principale.

Criticità: viabilità principale e reticolo idrografico secondario.

Criticità 35

Località: versante in sponda sinistra del T. Sardorella, tra gli abitati di Piccarello e Bevegni.

Condizioni dell'area: tutta la zona risulta caratterizzata da una generale situazione di instabilità.

Criticità: gli abitati di Piccarello e Bevegni, le infrastrutture viarie principali e secondarie e parte del reticolo idrografico secondario.

Criticità 36

Località: Rio Busso presso Loc. Le Cascine (strada Isola – Torrazza).

Condizioni dell'area: in questo tratto il Rio Busso è caratterizzato da un'elevata erosione di fondo e laterale con conseguenti danni alle opere in alveo e scalzamento delle sponde (specie in sponda destra). Va sottolineata la vicinanza dell'area con Torrazza, classificato come abitato da consolidare.

Criticità: alcune abitazioni isolate, la viabilità principale e il tratto del Rio Busso.

Criticità 37

Località: Torrazza.

Condizioni dell'area: l'area è classificata come abitato da consolidare.

Criticità: l'abitato di Torrazza, la viabilità primaria e secondaria e alcune infrastrutture significative.

Criticità 38

Località: strada Geminiano – Namughen.

Condizioni dell'area: il tratto di strada, a monte e a valle, presenta limitati fenomeni di erosione e scivolamento.

Criticità: limitata alla viabilità secondaria.

Criticità 39

Località: Rio Burlo.

Condizioni dell'area: evidenze di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: viabilità secondaria (strada per la discarica di Scarpino), reticolo idrografico (va sottolineata anche la presenza della diga del Lago Figoi).

Criticità 40

Località: strada per Madonna del Garbo.

Condizioni dell'area: è evidente una generale instabilità con situazioni anche di riattivazione dei fenomeni.

Criticità: abitazioni isolate e infrastrutture viarie secondarie.

Criticità 41

Località: Loc. Fascia (zona di testata del Rio Maltempo).

Condizioni dell'area: sono presenti numerosi fenomeni di erosione superficiale e ruscellamento.

Criticità: viabilità secondaria.

Criticità 42

Località: zona compresa tra gli abitati di Begato e Fregoso.

Condizioni dell'area: è caratterizzata da una diffusa instabilità superficiale lungo le strade e da problemi al reticolo idrografico localmente indotti dalla realizzazione di edifici che interferiscono con il normale deflusso delle acque.

Criticità: i centri abitati, con particolare riguardo alle situazioni con il maggior impatto ambientale, la viabilità secondaria e, come detto, il reticolo idrografico.

Criticità 43

Località: rio Ciliegia – loc. Trasta.

Condizioni dell'area: è caratterizzata da una diffusa instabilità superficiale e da problemi al reticolo idrografico.

Criticità: il centro abitato, la viabilità secondaria ed il reticolo idrografico.

Criticità 44

Località: Versante in sponda sin. T. Secca, tra i Rivi Gallina e Fico Ruamà.

Condizioni dell'area: è caratterizzata da evidenze di instabilità con scivolamenti superficiali.

Criticità: risultano interessate la viabilità secondaria ed alcune abitazioni isolate.

Criticità 45

Località: loc. Assalino, zona di testata del t. Sardorella

Condizioni dell'area: il versante è caratterizzato da evidenze di instabilità con scivolamenti superficiali (sia attivi che quiescenti)

Criticità: risultano interessate la viabilità secondaria ed alcuni edifici dell'abitato di Assalino

Criticità 46

Località: Rio Madonna dell'Orto

L'alveo si presenta in accentuata erosione e inserito in una situazione vegetazionale spesso degradata per l'invecchiamento dei cedui e per la presenza di infestanti. Inoltre sono presenti rifiuti nonché resti di piante morte o deperienti che possono essere trascinati a valle in caso di piena.

Criticità 47

Località: Marseno sup.

Il versante destro del rio posto tra Zuccarello e Marseno sup. presenta fenomeni di erosione in atto e si evidenzia la presenza di una piccola frana immediatamente a ridosso della strada poderale che conduce alle abitazioni.

Criticità 48

Località: Da Marseno a Lavaggio

Sono presenti fossi e canali con segni di passate sistemazioni idrauliche antierosive in stato di abbandono

Criticità 49

Località: Rio Senasci

Nella parte alta del Rio Senasci fra Gaiazza e Casanuova, i torrenti che confluendo danno origine al Rio Senasci presentano forme di erosione concentrata.

Sono stati già oggetto di opere di ripristino realizzate negli anni 1982-1983 da parte della Comunità Montana con limitate opere di arginatura e briglie fra quota 300 e 260 m, rivelatesi insufficienti. Successivamente sono state eseguite opere nel 1999-2000 per circa 500 milioni; la C.M. ha avanzato ulteriore richiesta di finanziamento per 500 milioni.

Criticità 50

Località: Torbi versante destro

Nella zona è presente una antica area di frana, riattivatasi solo parzialmente, situata su ex coltivo in stato di degrado. Attualmente la frana non interessa alcuna area abitativa.

Criticità 51

Località: Torbi versante destro

La sistemazione del fenomeno franoso risulta prioritaria in quanto sulla cresta del versante insiste una zona urbanizzata (Casa Sareto).

Criticità 52

Località: Rio Torbi medio corso

Il corso del torrente richiede una frequente pulizia, a causa dei materiali di origine vegetale che vi si accumulano, provenienti soprattutto dal versante del M. Figogna. La situazione appena descritta è comunque un caso tipico che riguarda tutto il versante, esposto prevalentemente a SE, localizzato fra Cà Bruciata e Gazzolo, in sponda sinistra del rio dei Torbi, sotto quota 400 m, dove si manifestano numerosi fenomeni di colamenti, mal cartografabili e che interessano spesso la S.C.C. di Torbi.

Criticità 53

Località: Rio Torbi versante sinistro

Il versante si presenta antropizzato con coltivi e boschi marginali, ripetutamente attraversato

dai tornanti della strada convenzionata di Torbi. A monte della strada Comunale Convenzionata, a ca. 200 m ad est di Ca' di Bruzzi sono presenti locali fenomeni di instabilità puntuali, inoltre il versante è attraversato da numerosi rii secondari in erosione.

Criticità 54

Località: Rio Torbi alto versante sinistro

A monte della strada convenzionata di Torbi, in direzione di Lencisa, superata casa Ciappin è presente una frana in corrispondenza del contatto tra argilloscisti e calcari.

Criticità 55

Località: Frane su sponda destra e sinistra del rio s. Martino

Sono presenti frane in sponda destra; in sponda sinistra in località Cà di Molinari, è presente una frana sotto strada.

Criticità 56

Località: Frana di San Martino di Paravanico

Il dissesto interessa il versante in modo diffuso, denotando una situazione di stabilità limite, legata soprattutto alla presenza di una grossa quantità d'acqua nel sottosuolo, che segue vie preferenziali impostate su contatti di tipo tettonico, la cui abbondanza è fortemente influenzata dalle precipitazioni.

La situazione è complicata dalla presenza di uno spessore di coltre detritica di varia origine (spesso anche di riporto) molto variabile, che rende la situazione complessiva assai disomogenea, determinando un comportamento del sistema versante-terreno assai poco prevedibile.

Gli episodi di dissesto più evidente si concentrano in due zone ben circoscritte, l'antico borgo medievale di Borgo Rossi a quota 290 e l'abitato di Borgo Ferrandi a quota 350.

Dai sopralluoghi effettuati sembra emergere che i maggiori danni siano derivati in parte dalla realizzazione della attuale strada provinciale n° 41 dei Piani di Praglia (è da notare che i due borghi più colpiti si trovano all'interno di tornanti della strada).

Tali opere hanno causato, oltre a veri e propri mutamenti nella morfologia del versante, l'instaurarsi di uno squilibrio idrogeologico, che ha sconvolto la circolazione idrica locale, sia sotterranea che superficiale.

Sono da segnalare comunque interventi eseguiti dal 1990 in avanti per circa 6-7 miliardi di lire.

Criticità 57

Località: Loc. Quassi

Problemi di stabilità del versante, necessità di drenaggio delle acque e di consolidamento del versante stesso.

Criticità 58

Località: Frana strada per S. Martino di Paravanico

Cedimento del muro lungo la strada avvenuto durante forti precipitazioni per probabile imbibizione delle coltri detritiche a monte.

Criticità 59

Località: Loc. Gazzolo - Novena sup e inf.

Il rio di Novena presenta il versante sinistro ad alta acclività ed appartiene ad un antico corpo di frana suscettibile di riattivazione.

E' indicata come 59 anche la criticità idraulica riguardante il rio Novena.

Criticità 60

Località: Confluenza rio Lago Scuro rio Corneo (sotto Campazzo)

Sono evidenti problemi legati al trasporto solido.

Criticità 61

Località: Versante immediatamente a nord della cava di Castellaro

Programmazione di una campagna geognostica per la verifica di stabilità del versante ed installazione di un sistema di monitoraggio. Risistemazione del tratto del Rio dei Campi, che rimane sospeso sopra la cava

Criticità 62

Località: Bigela

La frana in atto è stata provocata dallo scalzamento del piede del ripido versante, da parte delle acque dei torrenti in piena.

Criticità 63

Località: Bigela (Rio Rizzolo)

Fenomeni di erosione di fondo e spondali dei piccoli rivi nella zona di testata del Rio Rizzolo

Criticità 64

Località: Langasco – Alto Gioventina

Fenomeni diffusi di erosione sul versante e lungo i corsi d'acqua.

Criticità 65

Località: Frana in atto in sponda sinistra Rio Gioventina

La zona interessata da movimenti franosi, costituisce probabilmente il piede di una antica frana, il cui movimento è stato riattivato per erosione spondale del Rio Gioventina. Sono stati eseguiti interventi post alluvione del 1993 per circa 800 milioni di lire.

Criticità 66

Località: Isoverde

Nell'area compresa fra il rio d'Iso e Via Reborà, sono presenti edifici di civile abitazione che presentano dissesti nelle strutture con una situazione fortemente compromessa, riconducibile a vuoti per dissoluzione nella formazione gessosa presente nel sottosuolo. Sono già stati effettuati studi ed indagini geognostici da parte della Comunità Montana e sono in atto monitoraggi dell'area. Data la complessità e gravità della criticità, che peraltro è riscontrabile almeno fino alla zona del Cimitero, risulta prioritaria la definizione di azioni e interventi da attuare sia da parte delle Pubbliche Amministrazioni che dei privati cittadini coinvolti.

Criticità 67

Località: A nord di Cravasco.

Il settore su cui sorge l'abitato è stato classificato come frana quiescente e fa parte di un più ampio movimento franoso relitto. Gli unici dati strumentali a disposizione sono relativi

all'analisi interferometrica che presenta movimenti medi di circa 10 mm/anno. Sul terreno sono evidenti due significativi abbassamenti della sede stradale sia ad ovest che ad est che delimitano un possibile ciglio di distacco. Qualunque intervento deve essere preceduto da un esaustivo e completo studio di dettaglio dell'intera area.

Criticità 68

Località: Cravasco.

Il settore su cui sorge l'abitato è stato classificato come frana quiescente e fa parte di un più ampio movimento franoso relitto. Gli unici dati strumentali a disposizione sono relativi all'analisi interferometrica che presenta movimenti medi di circa 3 mm/anno. Qualunque intervento deve essere preceduto da un esaustivo e completo studio di dettaglio dell'intera area.

Criticità 69

Località: A nord-est Langasco.

Fenomeni di erosione di fondo e spondali dei piccoli rivi nella zona di testata del Rio Gioventina.

Criticità 70

Località: S. Stefano in Larvego.

Si tratta di una frana quiescente che è soggetta a fenomeni di erosione spondale causati dal rivo che delimita il settore destro del movimento franoso stesso.

Criticità 71

Località: A nord di Montagnola.

Fenomeni di erosione al piede della frana attiva a causa del t. Verde e ruscellamento diffuso sul versante.

Criticità 72

Località: A sud di Langasco.

Problemi di stabilità del versante, necessità di drenaggio delle acque e di consolidamento del

versante stesso.

Criticità 73

Località: Zona Torbi-Loc.Borgo

Fenomeni di erosione spondale del rivo affluente sinistro del rio Torbi

Criticità 74

Località: Zona Torbi-Loc.Borgo

Fenomeni di erosione spondale del rivo affluente sinistro del rio Torbi e dello stesso rio Torbi.

Criticità 75

Località: Versante sinistro rio Gioventina.

Si tratta di un movimento franoso quiescente che in parte coinvolge l'abitato lungo Via Madonna delle Vigne.

Criticità 76

Località: Case Pallareto.

Si tratta di un ampio movimento franoso attivo classificato come colamento. Intensa azione erosiva dei rivi che lo attraversano. Possibile intervento preceduto da monitoraggio tramite inclinometri e piezometri.

Criticità 77

Località: Mignanego, versante sponda sinistra rio Paveto.

Si tratta di un movimento franoso quiescente con fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 78

Località: Loc. Serre (Campora).

Si tratta di un movimento franoso quiescente con fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 79

Località: Loc. Pedemonte-Campo Poggio.

Si tratta di un movimento franoso quiescente con fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 80

Località: Case a Valle.

Si tratta di un movimento franoso attivo con fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 81

Località: Case a Valle.

Si tratta di due movimenti franosi attivi facenti parte di un più ampio movimento franoso quiescente. Presenti fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 82

Località: Loc. Orpea.

Si tratta di un movimento franoso attivo con fenomeni di ruscellamento diffuso.

Criticità 83

Località: Rio Rusteghi.

Si tratta di alcune frane attive che insistono nella zona centrale del bacino del rio Rusteghi. Fenomeni di ruscellamento diffuso sul versante e di erosione di fondo del rio Rusteghi stesso.

Criticità 84

Località: Bacino Fegino.

Si tratta di alcune frane attive che insistono nella zona di testata del bacino del rio Pianego ed in loc. C. Vecchia. Si segnalano fenomeni di ruscellamento diffuso sul versante e di erosione di fondo del rio Pianego stesso.

Criticità 85

Località: Loc. Fregoso.

Si tratta di una frana quiescente attraversata da un rivo con forte potere erosivo sia sul fondo sia sulle sponde.

Criticità 86

Località: Rio Pei (affluente sinistro t. Secca)-Serra Lunga.

Si tratta di due frane attive che al momento costituiscono un unico movimento franoso il cui piede è soggetto ad un'azione erosiva del Rio Pei. Fenomeni di ruscellamento diffuso sul versante.

Criticità 87

Località: Ad ovest di Mainetto

Si tratta di un esteso movimento franoso quiescente di cui però la parte meridionale è stata classificata attiva. Fenomeni di ruscellamento diffuso sul versante.

Criticità 88

Località: Versante sinistro Rio San Biagio a nord di Zaccara

Si tratta di un ampio movimento franoso di cui la parte localizzata nella testata è classificata come attiva. E' inoltre attraversato da un piccolo rivo che contribuisce ad imbibire la coltre. Fenomeni di ruscellamento diffuso sul versante.

3.2 Problematiche di tipo idraulico

3.2.1 Aree storicamente inondate

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

La mappatura delle aree interessate dagli eventi 2010 e 2011, e in parte quella del 2014, è stata redatta dai funzionari dell'Amministrazione provinciale sulla base dei sopralluoghi effettuati nei giorni successivi all'evento e dei filmati e delle testimonianze raccolte in seguito.

3.2.2 Verifiche idrauliche

3.2.2.1 Portate di piena di riferimento

In accordo ai "Criteri per la redazione dei Piani di Bacino" emanati dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale ed in particolare alle raccomandazioni concernenti la "Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale", sono state determinate (con il metodo S-SIMO per alcune sezioni di chiusura del Torrente Polcevera e con il metodo razionale per le altre sezioni di chiusura del torrente Polcevera ed il Torrente Verde) le portate con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni, corrispondenti rispettivamente alla caratterizzazione delle fasce inondabili "A", "B" e "C". In realtà, per quanto riguarda la fascia "C", l'area inondabile per portate aventi $T=500$ anni è stata integrata con le aree storicamente inondate laddove queste risultavano più ampie.

Nelle tabelle seguenti è riportato l'elenco dei corsi d'acqua e delle sezioni di interesse considerate, con i relativi valori delle portate di piena di riferimento di assegnato tempo di ritorno utilizzati nelle verifiche idrauliche condotte.

Nella tabella 14.5 è riportato il confronto tra i valori di portata calcolati con il metodo CIMA e quelli determinati nel Piano per il Torrente Polcevera e per il Torrente Verde.

Cod	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500	Metodo calcolo
POL1t	T. Polcevera	A monte della confl. con il T. Secca	680	860	960	SCS
PoSeBu		A valle della confl. con il T. Burba	1265	1622	1847	Razionale
PoTr		A valle della confl. con il R. Trasta	1294	1657	1886	Razionale
PoFeTo		A valle della confl. Torbella-Fegino	1377	1763	2006	Razionale

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

Cod	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500	Metodo calcolo
MAL1	Maltempo	Alla confluenza nel T. Polcevera	25.5	36.9	44.4	CIMA bacini <2 km ²
BOS1	Boschetto	Alla confluenza nel T. Polcevera	3.60	5.21	6.27	CIMA bacini <2 km ²
FEG1	R. Fegino	A monte confluenza nel Rio Burlo	45.6	54.8	63.4	SCS
FEG2		Alla confluenza nel T. Polcevera	61.3	73.8	85.3	SCS
BRL1	R.Burlo	Alla confluenza nel torrente Fegino	14.0	20.2	24.4	CIMA bacini <2 km ²
TOR2	T. Torbella	Alla confluenza nel T. Polcevera	115	145	165	SCS
TOR1		A monte del rio Rivassa	81	103	118	SCS
TRA	R. Trasta	Alla confluenza nel T. Polcevera	82	102	118	SCS
GEM	R. Geminiano	Alla confluenza nel T. Polcevera	78	96	110	SCS
BUR2	T. Burba	Alla confluenza nel T. Polcevera	190	235	265	SCS
BUR1	T. Burba	A monte del R. Molinassi	133	171	199	NASH
MOL1	R. Molinassi	Alla confluenza nel T. Burba	129	165	192	NASH
SEC0	T. Secca	A monte della confl. con il T. Serra	150	185	212	NASH
SEC1		A monte della confl. con il T. Pernecco	182	223	252	NASH
SEC2		A valle della confl. con il T. Pernecco	357	441	496	NASH
SEC3		A monte della confl. con il T. Sardorella	405	505	575	SCS
SEC4		Alla confluenza con il T. Polcevera	620	770	900	SCS

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

Cod	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500	Metodo calcolo
RIA	Rialasco	Alla confluenza con il T. Secca	63.9	82.5	95.3	NASH
SAR1	T. Sardorella	Tratto di monte (SAR19P)	70	90	100	SCS
SAR2		Intermedio (SAR11P)	115	140	160	SCS
SAR3		A monte del rio Busso	197	245	280	NASH
SAR4		Alla confluenza con il T. Secca	245	290	325	SCS
BUS	Busso	Alla confluenza con il T. Sardorella	84	109	125	NASH
CIU2	Rio Ciubeca	Alla confluenza con il T. Sardorella	29.4	42.5	51.2	CIMA bacini <2 km ²
CIU1		A monte rio Gazu	5.0	7.2	8.7	CIMA bacini <2 km ²
Gazzo	Rio Gazzo	Alla confluenza con il Rio Ciubeca	9.7	14	16.9	CIMA bacini <2 km ²
Gazu	Rio Gazu	Alla confluenza con il Rio Ciubeca	13.9	20.1	24.1	CIMA bacini <2 km ²
FON	Fondega	A monte confluenza con il torrente Secca	9.7	14	16.9	CIMA bacini <2 km ²
CAS	Cascinette	A monte confluenza con il torrente Secca	3.5	5.0	6.0	CIMA bacini <2 km ²
VAL	Valle	A monte confluenza con il torrente Secca	6.9	10	12.1	CIMA bacini <2 km ²
PER	T. Pernecco	Alla confluenza nel T. Secca	176	218	245	NASH
SER	T. Serra	Alla confluenza nel T. Secca	88	110	130	NASH
MAI	Mainose	A monte confluenza con il torrente Polcevera	10.5	15.2	18.3	CIMA bacini <2 km ²

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

Cod	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500	Metodo calcolo
FUL	Fulle	A monte confluenza con il torrente Polcevera	15.3	18	21.7	CIMA bacini <2 km ²
PAL0	T.Pallareto	A monte della confl. con il t. Montanesi	32	42	50	NASH
PAL1		A monte della confl. con il rio Rico	93	116	134	NASH
RIC2	T.Riccò	A monte della confl. con il T. Paveto	134	171	197	Razionale
RIC3		A valle della confl. con il T. Paveto	267	340	385	Razionale
RIC4		A monte della confl. con il T. Verde	299	380	431	Razionale
RIC	R. Rico	Alla confluenza nel T. Riccò	53	67	77	NASH
MON	T. Montanesi	Alla confluenza nel T. Riccò	63	76	86	SCS
Affl. A	Affl. A	Alla confluenza con T.Riccò	3.0	4.4	5.3	CIMA bacini <2 km ²
Affl. B	Affl. B	Alla confluenza con T.Riccò	4.7	6.8	8.2	CIMA bacini <2 km ²
Affl. C	Affl. C	Alla confluenza con T.Riccò	16.1	23.3	28	CIMA bacini <2 km ²
PAV0	T.Paveto	A monte della confl. con il R. Casè	77	83	95	NASH
PAV1		A monte della confl. con il R. Riasso	96	119	133	SCS
PAV2		Alla confluenza nel T. Riccò	195	234	268	SCS
RSS1	T. Riasso	Alla confluenza nel T. Paveto	86	107	121	NASH
Casè	Rio Casè	Alla confluenza nel T. Paveto	27.7	40.1	48.3	CIMA bacini <2 km ²

Tab 13: Corsi d'acqua e sezioni di chiusura considerate, con i relativi valori di portata massima di piena [m³s⁻¹].

Codice Sezione	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500
C0	Rio dei Campi	A monte della confluenza con il Rio d'Iso	93.5	117	133
I11	Rio d'Iso	A monte della confluenza con R. dei Campi	20.2	25.8	29.6
I12		A monte della confluenza con R. dei Campi	21.4	27.4	31.4
I1		A valle della confluenza con R. dei Campi	131	164	186
I0		A monte della confluenza con il R. Rizzolo	155	193	219
V62	Rio Gallaneto	A monte della confluenza con il T. Verde	50.1	63.4	72.3
R0	Rio Rizzolo	A monte della confluenza con il R. d'Iso	31.8	40.9	47.0
M0	Rio Mavasso	A monte della confluenza con R. S. Martino	21.4	27.7	31.9
T0	Rio dei Torbi	A monte della confluenza con R. S. Martino	66.8	85.3	97.8
SM42	Rio S. Martino		51.2	64.8	74.0
SM41			52.0	66.0	75.2
SM4			101	127	145
SM31		A monte della confluenza con R. Mavasso	114	144	164
SM3		A valle della confluenza con R. Mavasso	133	169	192
SM2			145	183	209
SM11		A monte della confluenza con R. dei Torbi	155	196	223
SM1		A valle della confluenza con R. dei Torbi	208	263	300
SM0		A monte della confluenza con T. Verde	203	256	292
S0		Rio Senasci	A monte della confluenza con T. Verde	19.2	24.4
G0	Rio Gioventina	A monte della confluenza con T. Verde	56.0	70.2	79.6
V61	Verde	A monte della confluenza con R. Gallaneto	56.2	71.5	81.7
V6		A valle della confluenza con R. Gallaneto	100	127	145

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
Relazione generale

Codice Sezione	CORSO D'ACQUA	SEZIONE	TR50	TR200	TR500
V51		A monte della confluenza con R. d'Iso	102	128	146
V5		A valle della confluenza con R. d'Iso	264	332	376
V4			272	341	387
V3		A valle della confluenza con R. S. Martino	425	535	608
V21		A monte della confluenza con R. Senasci	431	541	614
V2		A valle della confluenza con R. Senasci	439	551	624
V11		A monte della confluenza con R. Gioventina	440	551	624
V1		A valle della confluenza con R. Gioventina	455	571	647
V0		A monte della confluenza con T. Polcevera	464	580	657

Tabella 14 –Torrente Verde: portate di massima piena [m^3s^{-1}] ottenute con il metodo razionale.

MA0	Rio Maggiore	A monte della confluenza con il T. Verde	15.5	22.4	27
L0	Lagoscuro	A monte del Roncasci	25.7	37.1	44.7
L1		A valle del Roncasci e affluente dx	45.9	66.5	80.0
Ro1	Roncasci	A monte della confluenza con il Lagoscuro	12.8	18.6	22.3

Tabella 14.1 –Torrente Verde: portate di massima piena [m^3s^{-1}] ottenute con il metodo CIMA per bacini <2 km².

Tratto	Metodo	Area [km ²]	Q ₅₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₂₀₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₅₀₀ [m ³ s ⁻¹]	Q _{CATI}	Diff % PdB - CIMA		
							Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Polcevera foce	CIMA	140	1210	1750	2110	1580	10	-4	-10
	PdB		1377	1763	2006				
Polcevera monte Torbella	CIMA	127	1130	1630	1960	1470	15	2	-4
	PdB		1294	1657	1886				
Polcevera monte T.Secca	CIMA	62	580	850	1020	850	15	1	-6
	PdB		680	860	960				
Torbella monte Polcevera	CIMA	5	80	120	140	190	30	17	15
	PdB		115	145	165				
	CIMA	46	430	620	750	690	31	19	17

Tratto	Metodo	Area [km ²]	Q ₅₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₂₀₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₅₀₀ [m ³ s ⁻¹]	Q _{CATI}	Diff % PdB - CIMA		
							Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Secca monte Polcevera	PdB		620	770	900				
Secca monte Sardorella	CIMA	27	240	350	430	480	41	31	25
	PdB		405	505	575				
Sardorella monte T. Secca	CIMA	15	150	220	260	340	39	24	20
	PdB		245	290	325				
Verde monte Polcevera	CIMA	34	360	530	630	570	20	6	2
	PdB		452	566	641				
Verde monte S. Martino	CIMA	16	160	230	270	350	38	29	27
	PdB		257	324	369				
S. Martino monte Verde	CIMA	12	160	240	280	300	21	6	4
	PdB		203	256	292				
Riccò monte Polcevera	CIMA	23	200	290	350	440	32	21	15
	PdB		299	380	431				

Tabella 14.5 - Confronto valori di portata metodo CIMA, Cati e Piano di Bacino

Dalla tabella 14.5 si può notare che i valori ottenuti con il metodo CIMA sono:

- nettamente inferiori per la portata cinquantennale;
- lievemente inferiori tranne che alla foce del Polcevera per la portata duecentennale, caso in cui le portate sono praticamente identiche ;
- lievemente inferiori tranne che sull'asta del Polcevera fino a monte del torrente Secca per la portata cinquecentennale.

I valori di portata calcolati nel Piano risultano pertanto più cautelativi rispetto a quelli del metodo CIMA.

3.2.2.2 Parametri adottati nelle verifiche idrauliche

La determinazione del profilo di rigurgito è stata ottenuta applicando due differenti metodologie per i Torrenti Polcevera e Verde, di cui si riporta di seguito la descrizione.

Torrente Verde

La determinazione del profilo di rigurgito è stata ottenuta applicando le usuali formulazioni per il calcolo delle caratteristiche del moto permanente in alvei cilindrici o quasi cilindrici:

$$dH = -1/g \cdot [Q^2 / (A^2 \cdot C^2 \cdot R)] \cdot ds$$

dove dH (m) nel tratto ds rappresenta la variazione del carico totale della corrente, Q (m³/s) è la portata di calcolo (ricavata nel capitolo 2.4), g (m/s²) l'accelerazione di gravità, A (m²) l'area della sezione liquida, C il coefficiente di resistenza adimensionale, R (m) il raggio idraulico ed s (m) l'ascissa corrente.

Il coefficiente di resistenza C è stato calcolato secondo la formulazione di *Gauckler-Strickler*

$$C = k_s \cdot R^{1/6} \cdot g^{-0,5}$$

dove k_s (m^{1/3} s⁻¹) è il parametro rappresentativo della scabrezza di fondo.

Nelle verifiche sono stati adottati valori di k_s variabili in funzione delle caratteristiche del fondo (geometria e granulometria dei sedimenti), dello stato di pulizia e manutenzione previsto.

CARATTERISTICHE ALVEO	k _s (m ^{1/3} s ⁻¹)
Alvei irregolari, fortemente dissestati, con presenza di massi e salti di fondo	28
Alvei con ciottoli, ricchi di vegetazione, con fondo regolare	30
Alvei naturali regolari con fondo in ciottoli e ghiaia, liberi da vegetazione a fusto rigido	35
Tratti plateati o tombinati con scotolari chiusi o con fondo regolare sabbioso e privo di vegetazione	45

Tabella 15 valori caratteristici del parametro di scabrezza.

Nelle sezioni di confluenza tra i corsi d'acqua, dove non sono applicabili le relazioni precedenti, si è ricorsi all'applicazione del teorema della quantità di moto, espresso nella forma:

$$F_E + F_G = QM_U - QM_E$$

dove F_E è la risultante delle forze di superficie agenti dall'esterno sul volume di controllo, F_G la risultante delle forze di massa, QM_E e QM_U le quantità di moto delle masse che, nell'unità di tempo, entrano ed escono dal volume di controllo.

È stata imposta l'uguaglianza delle spinte nelle sezioni a monte e a valle della confluenza. I "nodi" di confluenza sono stati analizzati prendendo in considerazione separatamente le due ipotesi evento di massima piena su ognuna delle due (o più) aste convergenti e valutando la configurazione più punitiva.

La presenza di opere in alveo, quali le pile dei ponti, è causa di restringimenti improvvisi della sezione libera di deflusso, che provocano disturbi al moto della corrente.

L'analisi del numero di Froude della corrente in condizioni indisturbate, calcolato cioè in assenza di restringimento (Fr_0), del rapporto di restringimento r tra la larghezza libera b , depurata dall'ingombro delle pile, e la larghezza totale b_0 , forniscono indicazioni sulla tipologia del moto di transizione, che può essere:

1. **subcritico**, se la corrente mantiene le caratteristiche di corrente lenta ($Fr < 1$) a monte ed a valle del restringimento,
2. **con transizione attraverso lo stato critico** all'interno del restringimento,
3. **supercritico**, se la corrente mantiene le caratteristiche di corrente veloce ($Fr > 1$) a monte ed a valle del restringimento, nel qual caso non sono presenti rigurgiti.

Nel caso 1. si è usata la formulazione di Yarnell, che fornisce il valore della sopraelevazione Y_m del pelo libero a monte di un restringimento, una volta note le caratteristiche del moto a valle dello stesso, come il tirante idrico Y_v :

$$Y_m = Y_v + Y_v \cdot \{K_2 \cdot (K_2 - 0.6 + Fr_0^2) \cdot [1 - r + 15 \cdot (1 - r)^4] \cdot Fr_0^2\}$$

nel quale K_2 è un fattore di forma delle pile.

Nel caso 2. l'entità del rigurgito a monte in corrente lenta è stata stimata con la *formula di Marchi*:

$$Y_m = K_f \cdot [Q^2 / (g \cdot b_0^2 \cdot Fr_{L^2})^{1/3}]$$

dove K_f rappresenta un coefficiente sperimentale dipendente dalla forma delle pile in alveo e Fr_{L^2} è il valore limite del numero di Froude, letto sulla curva di stabilità in funzione di $r = b/b_0$.

Nel caso 3. non sono presenti rigurgiti in corrente lenta.

Le verifiche in moto permanente sono state sviluppate tramite il software Hec Ras sviluppato dal Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers nella versione 4.1.0.

La geometria delle sezioni dell'alveo, le quote sul livello del mare e le pendenze medie longitudinali, necessarie al modello matematico di calcolo dei profili di rigurgito, sono stati ricavati:

- da progetti esistenti;
- dal rilievo del Genio Civile in scala 1:1.000;
- dai rilievi effettuati in proprio durante l'aggiornamento del Piano.

Si osserva che i tratti analizzati presentano tutti un rischio idraulico elevato per lo più dovuto alla presenza di manufatti aventi caratteristiche geometrico-strutturali che interferiscono pesantemente sul deflusso dell'acqua, restringendone l'alveo od insistendo in aree caratterizzate da brusche variazioni delle sezioni (curve, restringimenti naturali) causa di forti sopraelevazioni del pelo libero.

Per i bacini di dimensioni inferiori ai 2 km², che confluiscono in corsi d'acqua principali, quali Riccò, Verde, Sardorella, è stato effettuato lo studio appropriato delle confluenze utilizzando, per il calcolo della portata nei rii minori, il metodo CIMA per i bacini inferiori ai 2 km² e per il corso d'acqua principale le portate con i tre tempi di ritorno ($T=50, T=200, T=500$).

In base a questi risultati, uniti alle considerazioni derivanti dal fatto che i rii minori esaminati sono spesso tominati in prossimità della confluenza e quindi oltre agli effetti della simulazione

idraulica si potrebbero aggiungere fenomeni di trasporto solido o intasamento, sono state mappate le fasce per i tempi di ritorno di 50 anni, 200 anni e 500 anni.

In corrispondenza delle sezioni in cui non si risente dell'effetto della confluenza, che risultano adeguate al transito della portata di riferimento, non vengono mappate fasce fluviali.

Nel caso degli affluenti minori diretti del torrente Polcevera (rio Fulle e rio Mainose), non essendo stato possibile modellare la confluenza nel corso d'acqua principale per definire le fasce con i tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, sono state utilizzate le portate calcolate con il metodo CIMA per i bacini di estensione inferiore ai 2 km². In quest'ultimo caso, come condizione al contorno di valle, vengono imposti i carichi piezometrici per le tre portate di riferimento della sezione sul Polcevera in corrispondenza dello sbocco degli affluenti.

I risultati delle verifiche idrauliche sono raccolti nell'allegato, che comprende profili, sezioni e tabelle riassuntive delle grandezze idrauliche dei corsi d'acqua analizzati.

3.2.3 Fasce di inondabilità

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate per le portate prescelte si individuano le aree perifluviali inondabili in caso di eventi di piena. Tale determinazione può essere effettuata con diverse metodologie a diverso grado di approssimazione e complessità.

Nel presente piano, la mappatura delle aree inondabili è stata effettuata in base ai risultati delle verifiche idrauliche con l'ausilio di numerosi sopralluoghi in situ. Si è tenuto conto del livello del pelo libero confrontato con quello del terreno soprattutto dove sono difficilmente identificabili veri e propri argini (spesso ma non sempre indicati nelle verifiche idrauliche con LOB e ROB). I LEVEE inoltre sono stati utilizzati per impedire che il deflusso si estenda al di là di impedimenti presenti che devono essere sormontati perché ci sia un'effettiva esondazione.

Le aree soggette ad inondazione sono state riprodotte graficamente sulla cartografia (Carta delle aree inondabili) in scala 1:5.000. Tali aree sono state diversamente identificate:

- colore rosso sono indicate le zone soggette ad inondazione con tempo di ritorno 50-ennale,
- colore giallo sono indicate le zone soggette ad inondazione con tempo di ritorno 200-ennale;
- colore verde sono indicate le zone soggette ad inondazione con tempo di ritorno 500-ennale.

Tali aree sono poi state riportate nella carta di riferimento per l'applicazione della normativa di piano, Carta delle fasce di inondabilità, applicando il seguente schema:

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

del Piano le adeguate verifiche idrauliche finalizzate all'individuazione delle fasce di inondabilità.

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, sono state generalmente 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 a, punto 4 delle NdA), applicando i seguenti criteri generali:

- adeguamento della perimetrazione delle aree A* già inserite nel piano di bacino, laddove differenti dalle corrispondenti aree ex DGR 59/2015, con verifiche ed aggiustamenti di tipo topografico-morfologico;
- classificazione in fascia A* delle aree ex DGR 59/2015 collegate a colatori minori non indagati con verifiche idrauliche nel piano di bacino o delle aree ricadenti su fasce di tipo B o C, eccedenti la fascia A, a meno di modesti aggiustamenti di tipo morfologico o di poca significatività nell'ottica della pianificazione di bacino;
- non recepimento in fascia A* di aree ricadenti prevalentemente in alveo o su strade e di piccole aree non direttamente collegate a corsi d'acqua, anche minori, ma piuttosto connesse ad insufficienza locale di attraversamenti;
- classificazione in fascia "C - aree storicamente inondate in tratti indagati" di alcune modeste aree interferenti con aree indagate ma che non richiedono aggiornamenti o approfondimenti degli studi.

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.

3.2.4 Fascia di riassetto fluviale

Tale fascia comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal Piano. La sua delimitazione è effettuata sulla base delle strategie e delle scelte pianificatorie del Piano e dell'insieme degli interventi strutturali individuati nell'ambito dello stesso. Comprende, in particolare, le aree necessarie al ripristino della idonea sezione idraulica, tutte le forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena e le aree da destinare alle opere di sistemazione idraulica previste. Può comprendere aree ritenute di pertinenza fluviale e/o di elevato pregio naturalistico-ambientale limitrofe al corso d'acqua.

Nel dettaglio del presente bacino, non è stata prevista alcuna fascia di riassetto fluviale.

3.2.5 Descrizione criticità idrauliche

In continuità con l'impostazione utilizzata nella revisione precedente del Piano, il presente capitolo riporta, oltre alla sintesi dei risultati delle verifiche idrauliche, anche le segnalazioni di criticità idrauliche segnalate da Enti oppure riscontrate durante sopralluoghi, anche se relative a tratti non indagati; tali segnalazioni, che non comportano l'individuazione delle relative aree inondabili in quanto non collegate a verifiche idrauliche, rappresentano comunque una memoria di particolari criticità che si sono verificate in passato.

3.2.5.1 T. VERDE E SOTTOBACINI

3.2.5.1.1 TORRENTE VERDE

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche idrauliche, procedendo da valle verso monte:

Confluenza T. Verde con T. Riccò

L'area a monte della confluenza è urbanizzata e periodicamente soggetta ad esondazioni. La verifica idraulica ha confermato che l'area è ad elevato rischio di esondazione.

Con portata cinquantennale si verifica l'allagamento delle aree in sponda sinistra sia a monte del ponte di collegamento tra Pontedecimo e Ceranesi a causa della presenza di un piazzale occupato da un ex-stabilimento industriale a quota relativamente bassa rispetto all'alveo del torrente, che a valle per la presenza di un palazzo situato sulla scarpata naturale dell'alveo. In sponda destra si verifica invece l'allagamento dell'area circa 100 m più a monte del ponte per portata duecentennale (per mancanza di franco ≈ 30 cm) con interessamento del piazzale antistante gli edifici, e cinquecentennale degli edifici stessi.

Ponte della ferrovia.

L'area, in sponda sinistra, a monte del ponte della ferrovia è soggetta ad esondazioni periodiche, legate alla insufficiente altezza della sponda.

Ceranesi –Confluenza con il Rio Gioventina

E' stata analizzata la confluenza Gioventina-Verde nell'ipotesi di conservazione della quantità di moto.

I livelli imposti dal T. Verde, rendono assai difficoltoso il deflusso del rio Gioventina, nel quale si realizzano pertanto tiranti significativi. Già per portata 50-ennale si verifica l'allagamento dell'area in prossimità della confluenza, sia in sponda destra che in sponda sinistra, dove è situato un capannone industriale.

Sull'asta principale del T. Verde, nei pressi della confluenza, con portata cinquantennale si verifica l'allagamento dell'area in sponda sinistra. Con portata duecentennale il profilo del pelo libero raggiunge l'impalcato della passerella metallica. Con portata cinquecentennale si verifica il probabile allagamento del piazzale in sponda sinistra.

In prossimità della curva a valle della confluenza si ha allagamento per portata 50-ennale con interessamento della sede stradale per portata 200-ennale.

Località Fulla – confluenza rio Vallegelata

Il Torrente Verde, in corrispondenza della confluenza con il rio Vallegelata, effettua un brusco cambiamento di direzione verso N-E.

Con portata cinquantennale si verifica l'allagamento dell'area e della strada in sponda sinistra, con una piccola porzione contigua in fascia duecentennale. La presenza della curva brusca verso N-E e della confluenza di alcuni rii provenienti dalle località Lavaggio e Vallegelata determinano un apprezzabile innalzamento del pelo libero in sponda destra e l'allagamento della strada in sponda sinistra.

L'assenza di opere di regimazione delle acque dei suddetti rii, scolanti dal versante soprastante sono

alla base dei frequenti fenomeni di scorrimento di lame d'acqua sulla sede stradale di Via Parodi, con apporto di detriti solidi.

Confluenza con rio Senasci

L'area in sponda sinistra sul torrente Verde dai calcoli idraulici risulta allagabile con tempo di ritorno cinquantennale.

Sia il torrente Verde in corrispondenza della confluenza con il rio Senasci, dove effettua un brusco cambiamento di direzione verso N-E, sia la parte terminale del rio Senasci necessitano di opere di risistemazione. In particolare sono già state eseguite opere di sistemazione per 500 milioni di lire nel biennio 1999/2000, mentre è tutt'oggi da sistemare la tombinatura stradale. L'assenza di opere di regimazione delle acque, raccolte dal rio Senasci, scolanti dal versante soprastante, sono, inoltre, alla base dei frequenti fenomeni di scorrimento di lame d'acqua sulla sede stradale di Via Parodi, con apporto di detriti solidi.

Loc. Ponte della Ferriera

Il brusco restringimento provocato da un edificio situato in alveo e la parzializzazione del deflusso della corrente dovuto al ponte provoca un rigurgito a monte del ponte che interessa l'edificio stesso e la piccola area pianeggiante limitrofa.

Il pastificio Moisello situato immediatamente a valle del ponte risulta allagabile ai piani inferiori per portata duecentennale dovuti essenzialmente alla presenza di porte e finestre a quote decisamente basse rispetto al fondo alveo. In questo stesso tratto sono presenti altri edifici in alveo di cui uno in particolare risulta aperto a livello del letto del fiume. Tale edificio viene inserito pertanto in fascia A.

Restringimento presso stabilimento Parodi & Parodi

Si verifica una situazione di rischio causata dal restringimento del corso del torrente Verde per la presenza di uno sperone roccioso, aggettante, in sponda destra del fiume, e di un fabbricato in disuso, costruito entro l'alveo in sponda sinistra.

Sopra lo sperone roccioso si trova un parcheggio per auto a servizio dell'Ufficio PT.

I locali al piano inferiore dello stabilimento "Parodi & Parodi" sono normalmente utilizzati da personale dipendente; gli stessi sono stati completamente allagati durante gli eventi alluvionali del 1993.

Con portata cinquantennale si ha l'allagamento del piazzale e dello stabilimento in sponda sinistra.

La situazione può essere ulteriormente aggravata dalla confluenza del rio in sponda destra il cui effetto non è stato oggetto di verifica.

La zona pianeggiante in sponda destra attualmente occupata da orti risulta allagabile con tempo di ritorno cinquantennale.

Il fabbricato in disuso risulta anch'esso allagabile per tempo di ritorno cinquantennale.

Confluenza rio S. Martino – T. Verde

Con portata cinquantennale si verifica l'allagamento dell'area posta tra la confluenza dei due corsi d'acqua e l'allagamento della sede stradale in sponda sinistra.

La verifica idraulica, compiuta applicando localmente il teorema della quantità di moto, ovvero eguagliando le spinte tra le sezioni di monte e di valle ed imponendo le condizioni critiche ($Fr=1$)

nella sezione di valle per la presenza della briglia, ha evidenziato che, con la portata cinquantennale si verifica l'allagamento dell'area posta tra la confluenza dei due corsi d'acqua e l'impraticabilità del guado carrabile che la collega alla strada provinciale n°4.

Data la criticità della confluenza può risultare utile stabilizzare le porzioni di alveo sia sul Verde che sul S.Martino a monte della confluenza stessa.

Campora - Stabilimento Siroflex

Con portata cinquantennale si ha l'allagamento del piazzale e dello stabilimento Siroflex, causato dall'insufficiente quota spondale sinistra, collegata al notevole rigurgito causato dal ponte ad arco in sezione VER-74.

Ponte per S. Stefano di Larvego

L'area presenta problematiche dovute al rigurgito del torrente Verde a causa del restringimento provocato dal ponte per Santo Stefano Larvego e dall'insufficienza arginale in sponda destra, con esondazione per portata duecentennale sia nell'area in sponda destra a monte ed in prossimità dei fabbricati, sia sulla strada in sponda sinistra interessando quindi anche gli edifici limitrofi. Gli edifici in sponda destra sono protetti da un muro d'argine che viene sormontato per portate duecentennali. La situazione può essere però aggravata dalla confluenza di due rii in sponda destra, uno limitrofo al condominio a monte dello stesso (rio Lurica) ed uno tombinato sfociante al di sotto del piazzale condominiale, e dal particolare tracciato dell'alveo, che presenta una curva brusca verso N-E, immediatamente a monte del ponte stradale per S. Stefano di Larvego.

L'effetto del suddetto cambiamento di direzione e di quello provocato dalla confluenza dei due rii provenienti dalle pendici del M. Larvego determina accentuati fenomeni erosivi.

Il piazzale a monte del ponte di S.Stefano Larvego in sponda destra risulta interessato da periodici allagamenti.

Tuttavia, si ritiene che i ricorrenti allagamenti del suddetto piazzale siano soprattutto dovuti all'esondazione del rio posto più a monte a causa dell'assoluta mancanza di opere di regimazione. Nel corso degli eventi alluvionali del 1993 lo stesso rio ha esondato a monte del tratto tombinato a quota 193, causando l'impraticabilità della strada per S. Stefano di Larvego.

Località Campora Stabilimento Parodi olii

L'area presenta un elevato rischio idraulico a causa della presenza di un brusco cambiamento di direzione del T. Verde e della confluenza del rio Maggiore in sponda sinistra.

Le verifiche idrauliche confermano l'allagamento del piazzale dello stabilimento Parodi Olii in sponda destra già con portate cinquantennali.

La presenza, nel piazzale, di grossi serbatoi di stoccaggio non può non costituire un ulteriore motivo di preoccupazione, qualora uno di questi venisse trascinato via dalla corrente.

L'area in sponda sinistra in corrispondenza della confluenza con il rio Maggiore risulta allagabile per portata cinquantennale essendo ad una quota piuttosto bassa rispetto al fondo alveo del torrente Verde.

La situazione è aggravata dalla presenza, in sponda sinistra, all'esterno della curva, della confluenza del rio Maggiore; dalle verifiche risulta esondabile l'area a valle del ponte della strada provinciale fino alla confluenza. Il tombino della S.P. dalle verifiche non risulta insufficiente, ma data la

localizzazione del rio in una zona boscosa, in cui è opportuno supporre un elevato trasporto solido e di tronchi, e gli eventi pregressi che hanno dimostrato l'insufficienza del tombino si può ragionevolmente sostenere la necessità di aumentare la sezione di deflusso del tombino stesso.

Località Bessega

La verifica idraulica compiuta ha evidenziato per portata cinquantennale esondazioni sia in sponda sinistra che in sponda destra, aree attualmente occupate da orti e da piccoli fabbricati in sponda sinistra e da alcuni edifici in sponda destra. Anche da esondazioni storiche, risulta che l'area a valle, compresa tra il guado carrabile e la passerella metallica, ricostruita dopo gli eventi alluvionali del 1993 è a rischio; i fabbricati in sponda destra non sono più raggiungibili con automezzi a causa dell'impraticabilità del guado. La presenza di autovetture sul piazzale antistante i suddetti fabbricati rappresenta un ulteriore pericolo in caso di piena.

Isoverde – rio Rizzolo

Durante gli eventi alluvionali del 1993, il centro di Isoverde è stato allagato a causa dell'esondazione del rio Rizzolo, in corrispondenza del tratto tombinato che inizia sotto il fabbricato sede della Croce Verde locale.

Recentemente (inizio 2006) sono stati ultimati gli interventi, avviati dalla Comunità Montana Alta Val Polcevera, di sistemazione del rio Rizzolo che, pur non essendo in grado di raggiungere l'obiettivo prefissato dal Piano di Bacino cioè il transito della portata 200-ennale, a causa dell'antropizzazione del rio stesso, ha conseguito un aumento significativo delle portate smaltibili.

Il progettista ritiene che lo stato del rivo sia talmente compromesso da pregiudicare qualsiasi futura sistemazione dell'alveo, poiché ciò richiederebbe un cospicuo ampliamento delle sezioni incompatibile con le necessarie modificazioni del tessuto urbano esistente.

Le verifiche idrauliche confermano il transito della portata cinquantennale attraverso la tombinatura, sebbene con franco limitatissimo. L'intero tratto indagato, compresi i due ponti a monte della tombinatura, risulta comunque insufficiente al deflusso della portata duecentennale.

VER-IDR-54) Isoverde

Il tratto terminale del rio d'Iso, in corrispondenza dell'abitato di Isoverde, presenta una elevata criticità, dovuta alla sua forte pendenza ed alla particolare conformazione morfologica di tutta l'area; sono evidenti sui manufatti esistenti i danni causati dall'erosione operata dal corso d'acqua.

Con portata duecentennale si verificano probabili allagamenti delle aree poste in sponda sinistra, a valle del ponte sulla strada provinciale n. 6.

La problematicità del tratto verificato è costituita dalla particolare configurazione geometrica dell'alveo e dalla forte pendenza del profilo del fondo che determinano l'elevata velocità della corrente; con portate di piena relativamente basse si verificano fenomeni erosivi particolarmente intensi, come evidenziato dallo scalzamento del piede delle fondazioni dei muri d'argine in sponda destra e sinistra, presso il cartonificio, a monte del ponte.

La brusca variazione della direzione della corrente, subito a monte del ponte, nonché la sua elevata energia cinetica determinano inoltre una forte sopraelevazione del pelo libero verso l'esterno della curva che potrebbe interessare la sede stradale S.P. n° 6. La presenza di aperture al di sotto della sede stradale, a valle del ponte, determina anche l'esondazione delle aree in sponda destra.

Confluenza Rio Corneo con il Rio Lago Scuro in loc. Campasso

E' stata indagata l'area storicamente inondata situata in tale area, con rilievo delle sezioni nelle zone

accessibili. E' stata simulata la confluenza tra i due rii.

Dall'analisi dei risultati si evince che le sezioni dell'asta principale sia a monte che a valle della confluenza risultano insufficienti al deflusso della portata 50-ennale.

Il ponte situato a monte della confluenza, carrabile e parte della viabilità principale della zona, viene sormontato dalla portata 50-ennale che invade la sede stradale.

Le altre aree in fascia A e B interessano aree non urbanizzate.

Altre aree interessate da esondazioni storiche

Gli studi propedeutici nel bacino del torrente Verde sono stati realizzati nel 1995, epoca in cui i danni dell'alluvione del 1993 che ha colpito duramente questo bacino erano ancora evidenti o comunque di recente memoria; per cui è risultata la necessità di realizzare interventi di sistemazione nelle aree colpite dalla alluvione. Suddetti interventi sono stati richiesti dalla Comunità Montana già prima che fosse redatto il Piano; per cui la Provincia ha ritenuto corretto inserirli all'interno del Piano di Bacino per non perdere importanti dati storici.

Le criticità sono riportate nella Carta delle aree storicamente inondate come aree individuate dagli studi propedeutici.

- loc. Piane sulla SP4: la tombinatura esistente del rio che scende da località Casa Nuova a località Piani sulla strada per Gazzolo;
- tombinatura su S.P. n°4 in sponda sinistra a valle confluenza Verde-San Martino, sul rio che scende da loc. S.Gottardo;
- la tombinatura sul rio che scende da Novena della strada per S. Stefano Larvego in loc. Gazzolo;
- a monte di loc. Campora: la sponda destra, a monte di un'opera di presa, presenta evidenti segni di erosione, che hanno danneggiato gravemente la fognatura di Isoverde;
- loc. Cravasco: durante eventi piovosi di particolare intensità si verifica l'allagamento della strada di collegamento per Cravasco in parte dovuti alla insufficiente regimazione dei rii che scendono verso valle; in particolare si è osservato l'insufficiente protezione spondale della tombinatura a valle della cava;
- Langasco-Alto Gioventina: si sono verificati problemi di ruscellamento diffuso nei pressi di Langasco;
- Medio rio Gioventina: si sono verificati modesti allagamenti in questa zona;
- tratto terminale del rio Razeto, in località Santa Marta nel comune di Ceranesi: il rio nella parte terminale risulta artificialmente deviato attraverso una tombinatura che non risulta adeguata e pertanto provoca frequenti allagamenti degli edifici limitrofi; la realizzazione di uno scolmatore diretto al t. Verde potrebbe by-passare il tratto critico.

3.2.5.1.2 RIO SAN MARTINO

E' stato indagato in un unico tratto il rio San Martino che va dalla confluenza con il torrente Verde fino ai ponti il loc. Paravanico.

Diverse aree sono risultate inondabili ed in particolare, procedendo da valle verso monte:

- In loc. Pontasso l'area compresa tra le sezioni SM-3 e SM-6 risulta inondabile per portata 50-ennale a causa dell'esondazione nelle sezioni limitrofe alla passerella in sez. SM-5. Tale area ha una quota relativamente bassa rispetto al fondo alveo, la curva a valle è occupata da un edificio insistente a margine dell'alveo stesso con quota delle finestre inferiore a quella del pelo libero 50-ennale;
- Una piccola area a monte del ponte nella sezione SM-12 risulta inondabile per portata 50-ennale interessando un cortile e parzialmente i fondi dell'edificio su esso ubicato.
- A valle della confluenza tra il S. Martino e il Rio dei Torbi in località Gazzolo, le verifiche idrauliche mostrano l'inondabilità dell'area posta in sponda sinistra per tempo di ritorno 50 anni. Durante l'evento del '93 si è verificato infatti l'allagamento di alcune case situate nella suddetta area.
- A monte del ponte in sezione SM-18, l'edificio e la piana adiacenti ubicati in sponda sinistra risultano inondabili per portata 50-ennale
- In loc. Cà Molinari le aree pianeggianti sia in sponda destra che in sponda sinistra sono inserite in fascia A, a causa dell'insufficienza arginale tra le sezioni SM-34 e SM-35 e del restringimento provocato dalla passerella in sez. SM-33;
- Il ponte in sezione SM-33 risulta insufficiente al deflusso della portata 50-ennale, provocando l'allagamento sia dalla sede stradale che delle aree in sponda destra;
- Le sezioni in corrispondenza dei ponti nelle sezioni SM-42 e SM-41 in località S. Martino di Paravanico risultano non sufficienti al deflusso della portata 200-ennale, provocando l'allagamento di un'ampia zona in sponda destra a valle degli stessi.

3.2.5.2 T. RICCO' E SOTTOBACINI

3.2.5.2.1 TORRENTE RICCÒ

Il torrente Riccò rappresenta uno degli affluenti principali del T. Polcevera, ove confluisce a valle dell'immissione del T. Verde.

L'alveo si presenta in generale incassato e confinato. Mediante l'analisi comparata della cartografia di date diverse con le fotografie aeree, nonché mediante l'analisi fotointerpretativa, si è evidenziato in numerosi tratti una modifica, nel tempo, dell'andamento planimetrico del corso d'acqua, che ad oggi presenta raggi di curvatura meno ampi e modeste zone di espansione laterale.

Oggi tutte le zone disponibili sono state pressoché urbanizzate e l'alveo è stato confinato mediante difese e muri spondali, che hanno dato al torrente le caratteristiche di un corso d'acqua canalizzato.

Inoltre lungo il fondovalle si sviluppano due importanti arterie: la strada statale dei Giovi e la linea ferroviaria Genova-Milano. In particolare quest'ultima infrastruttura ha determinato in passato la sottrazione di notevoli porzioni d'alveo contribuente allo smaltimento delle portate di piena. Si può addirittura affermare come lunghi tratti di sponda (prevalentemente in sinistra orografica) non siano oggi che il muro di sottoscarpa della ferrovia.

Le tipologie di difesa spondale sono varie sia come caratteristiche costruttive (muri in c.a., in pietra, ecc.) che dimensionali. Anche i manufatti di attraversamento (risalenti a periodi diversi) presentano caratteristiche differenti, legate alla diversa natura della infrastruttura di

attraversamento (strada, ferrovia, tubazioni, ecc.). In alcuni casi si sono verificati scalzamento delle fondazioni (spalle e/o pile), che peraltro in passato hanno richiesto il ricorso a soglie o traverse per la stabilizzazione del fondo.

Inoltre lungo il corso d'acqua sono presenti numerose parzializzazioni della sezione di deflusso determinate da strutture che si protendono nell'alveo (spalle di ponti, tombini di fognature, spigoli di edifici costruiti in frodo al corso d'acqua, ecc.).

Aree storicamente inondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, si evince come in passato si siano verificati locali eventi di inondazione lungo il corso del torrente Riccò, peraltro originate da differenti cause. Le aree inondate sono le seguenti:

- in località Ponterosso, il tratto compreso tra l'immissione del fosso Montanesi (affluente di sinistra) e del rio Ponterosso (affluente di destra);
- in località C.se Carpaneto;
- a valle della confluenza con il rio Paveto in corrispondenza di una curva verso sinistra del corso d'acqua principale;
- lungo un affluente di destra a monte dell'abitato di Mignanego;
- lungo tutto il tratto a valle dell'abitato di Mignanego fino alla confluenza con il torrente Verde.

Località Ponterosso – confluenza del fosso Montanesi e del rio Ponterosso

E' stato analizzato con verifiche in moto permanente il tratto del torrente Riccò che va da monte del fosso Montanesi fino a valle della confluenza del rio Ponterosso, comprese le confluenze con i suddetti rii.

I primi 300 m di questo tratto risultano molto incassati, i restanti non presentano problemi idraulici.

E' stato indagato anche il tratto terminale del rio Ponterosso in prossimità della confluenza con il torrente Riccò. Questo rio è attraversato da tre diverse strutture di cui una facente parte della linea ferroviaria Genova-Milano.

Dalle verifiche risulta sufficiente anche al deflusso della portata 500-ennale.

La strada statale dei Giovi e la ferrovia GE-MI si presentano ad una quota di ampia sicurezza; peraltro i sedimi stradali così come la massicciata ferroviaria sono sostenuti da alti muri che svolgono (come indicato in premessa) la funzione di muri spondali, con alveo quindi completamente canalizzato. In queste condizioni per l'alveo è impossibile qualsiasi operazione di pulizia.

Loc. Casello – Lungo il torrente Pallareto, a monte del ponte sulla confluenza con il t. Montanesi in, il corso d'acqua rasenta in destra il muro spondale di sottoscarpa della massicciata ferroviaria: le verifiche idrauliche condotte non evidenziano particolari criticità per la linea ferroviaria, grazie alla protezione garantita dal muro di sponda, che dovrà essere sempre mantenuto in buone condizioni, tenuto conto anche del fatto che per un tratto il corso d'acqua scorre pensile rispetto al piano dei binari.

Loc. Ponterosso – Il nodo della confluenza con il rio Ponterosso (che avviene nell'omonima

località) è caratterizzato da un elevato grado di dissesto, motivato dalla forte antropizzazione che ha determinato alcuni localizzati restringimenti della sezione d'alveo. In particolare il tratto del rio Ponterosso che sale dalla confluenza per circa 300 m è caratterizzato da una estrema varietà di andamento del profilo di fondo, sia in termine di pendenze che di materiale: al rivestimento con lastricate in pietrame cementato si alternano tratti naturali. Tale situazione determina improvvise e localizzate variazioni del regime idraulico della corrente, con la conseguente instaurazione di processi erosivi di particolare intensità o deposito del materiale trasportato dalla corrente.

Località Case Carpaneto - Pile

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

La seconda criticità presente lungo il corso del torrente Riccò è ubicata a valle di una piccola variante che compie la strada dei Giovi in corrispondenza del sottopasso del rilevato ferroviario, a monte della località Case Carpaneto. Ivi è presente una piccola frazione, che si adagia sulle sponde del rio ormai, come si evince dalla documentazione fotografica, completamente canalizzato. Nel tratto sono presenti tre ponti:

- RIC55P: è un vecchio ponte ad arco ed a schiena d'asino, con intradosso ad una quota prossima a quella della sommità delle sponde, pertanto tale da non determinare problemi di natura idraulica;
- RIC17P7: è un ponte a soletta piana in c.a., a due campate con una pila centrale leggermente disassata rispetto al filone principale della corrente. L'opera (la cui fondazione presenta problemi di sottoscalzamento) non determina restringimento alla corrente, sebbene la pila centrale possa determinare l'intercettazione del materiale flottante trasportato dalla corrente;
- RIC-IDR-6. RIC52P: il ponte ad arco in muratura rappresenta una strettoia al corso d'acqua, sia per la riduzione della larghezza che per la limitata altezza dell'intradosso rispetto alla sommità delle sponde. Tale manufatto determina pertanto una pericolosa parzializzazione della sezione di deflusso.

RIC-IDR-5. Peraltro a monte della frazione innanzi indicata sono presenti alcuni tombini per l'attraversamento di alcuni corsi d'acqua laterali della statale n° 35 dei Giovi e lo scarico nel torrente Riccò. Lo stato manutentivo di tali manufatti è in precarie condizioni: non è da escludere pertanto che durante eventi di precipitazione particolarmente intensi si possano verificare copiosi ruscellamenti lungo il versante di monte (versante destro del corso d'acqua) che, trovando ostruiti gli imbocchi di tali tombini, riversino sulla statale i deflussi, con conseguente allagamento del sedime stradale.

Tale fenomeno è altresì aggravato dalla assenza, lungo il lato di valle della carreggiata (munito di muretto in pietrame di altezza pari a circa 1 m), di canalette per lo scarico nel torrente delle acque di piattaforma, che pertanto divagano verso valle lungo il sedime stradale.

RIC-IDR-7. Infine occorre evidenziare l'inadeguatezza di un attraversamento aereo di un affluente sinistro del t. Riccò da parte di un ponte tubo. La ridotta altezza di deflusso residua ha causato l'intercettazione del materiale flottante, con conseguente innalzamento dei livelli di piena e conseguente esondazione, che ha interessato alcune abitazioni situate nelle immediate vicinanze e, mediante un ponte, ha determinato l'invasione della statale dei Giovi.

Simulazioni idrauliche nel tratto da Ponte dell'Acqua alla confluenza con il torrente Verde

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte lungo il torrente Riccò dalla sua confluenza con il torrente Verde fino a circa 100 m a monte della confluenza con il rio Paveto. E' stata studiata la confluenza con il suddetto rio.

Sono state effettuate simulazioni idrauliche di tre affluenti in sponda destra, ritenuti di potenziale pericolo in quanto tominati in prossimità della sede stradale o di centri abitati, indicati come Aff-A, Aff-B, Aff-C sulla carta di ubicazione delle sezioni idrauliche

Località Ponte dell'Acqua

Questo tratto, situato in prossimità della confluenza del rio Paveto con il torrente Riccò, è caratterizzato da un allargamento dell'area golenale del corso d'acqua, limitata in sinistra dal rilevato della ferrovia GE-MI-TO ed in destra dalla strada statale dei Giovi.

All'interno dell'area golenale destra sono localizzate numerose abitazioni ed alcuni fabbricati ad uso industriale, peraltro protetti parzialmente alla base dal muro di sottoscarpa della statale.

In sinistra sono invece presenti alcuni edifici, ad uso sia civile (a valle) che industriale (a monte). Tali corpi di fabbrica non sono protetti dalle piene, se non mediante una bassa scarpata che rappresenta il terrazzo naturale che divide l'alveo inciso del corso d'acqua dalla sua zona di naturale espansione.

L'area golenale di sinistra risulta inondabile anche con portate relative a piene cinquantennali.

Infine in questo tratto ed in particolare in corrispondenza della sezione RIC-56 in corrispondenza dell'accesso all'ex-guado considerando il livello di piena per la portata cinquantennale determinato dalle simulazioni idrauliche, si potrebbe verificare l'erosione in sponda destra e l'invasione, da parte dei deflussi, della strada dei Giovi che diventerebbe quindi un pericoloso veicolo delle portate di piena verso valle.

Colorificio a monte di Mignanego

A monte dell'abitato di Mignanego, il torrente Riccò compie una stretta curva verso destra. All'interno dell'ansa, al di sopra del terrazzo fluviale, è ubicato uno stabilimento di vernici.

L'area industriale si estende fino a lambire l'alveo inciso, dal quale è separata nel tratto di monte da un muro spondale parte in c.a. e parte in muratura, mentre a valle dalla sola scarpata naturale (peraltro recentemente sistemata), non adeguata al contenimento della portata cinquantennale con franco adeguato.

Località Mignanego-Vetreria

Le criticità presenti in corrispondenza dell'abitato di Mignanego sono legate all'insufficienza delle tombinature del rio indicato in cartografia come Aff C che scende lungo il versante destro della valle del torrente Riccò e, prima di immettersi nel corso d'acqua principale, viene tominato.

Questo corso d'acqua rappresenta il canale di dreno di un'ampia zona di versante, che dall'abitato di Mignanego si estende verso monte fino alla località Madonna di Vigne. In corrispondenza di una propaggine occidentale dell'abitato, immediatamente a valle del ponte ferroviario, il corso d'acqua viene tombinato: il manufatto presenta una sezione rettangolare non sufficiente al transito della piena di riferimento.

Analogamente l'edificio che attraversa il rivo in prossimità della foce costituisce una notevole riduzione della sezione che può condurre all'allagamento, già per portata con tempo di ritorno di 50 anni, di una zona in sponda destra occupata da attività produttive.

Il secondo corso d'acqua indicato in cartografia con il prefisso Aff B, avente un bacino contribuente minore, drena una parte del versante che dal monte Passeise scende fino al torrente Riccò. A monte della strada statale dei Giovi il corso d'acqua viene coperto, per sbucare poi a valle nel Riccò dopo un salto di fonda. In questo caso la sezione trasversale dell'opera di attraversamento appare adeguata. Bisogna però tener conto della possibilità di ostruzione a causa dei materiali trasportati dalla corrente.

Nella simulazione idraulica, le sezioni dell'affluente indicato in cartografia come Aff A risultano sufficienti al transito della portata di riferimento.

Piana alluvionale compresa tra la massicciata ferroviaria e l'alveo

Questa zona è inserita nella Carta delle Fasce Fluviali parzialmente in fascia A e parzialmente in fascia B in base alla quota del terreno. Non essendo presenti elementi a rischio significativi si ritiene che lasciando questa cassa di naturale espansione del corso d'acqua ne possano trarre beneficio le aree a valle.

Nel caso in cui quest'area venga però destinata ad insediamenti sarà necessario prevedere interventi di messa in sicurezza della zona.

Località Prussiani

Le criticità presenti in questo tratto sono due: la prima consiste in un allagamento piuttosto modesto con tempo di ritorno duecentennale del piazzale in sponda sinistra a monte della sezione RIC-25, a causa di insufficienza arginale; la zona è attualmente oggetto di intervento di sistemazione e ripermetrazione preventiva.

La seconda si verifica circa duecento metri più a valle dove si ha l'esondazione sia in sponda destra in corrispondenza delle sezioni RIC-21, RIC-20, RIC-19A, RIC-19B, RIC-18A sia in sponda sinistra in corrispondenza delle sezioni RIC-17 relativa al salto di fondo denominato RIC3B3. Le esondazioni, seppure contenute, possono peraltro determinare diffusi allagamenti verso valle nel caso le strade diventassero "veicoli" preferenziali della corrente.

Guado in località Ferriera

Considerata l'altezza del pelo libero calcolato nella simulazione idraulica in corrispondenza del guado RIC-6P si può supporre che l'area retrostante la massicciata ferroviaria accessibile mediante un'apertura nella stessa, sopraelevata di circa 1.5 m rispetto alla quota del guado, venga interessata da un allagamento con tempo di ritorno duecentennale.

E' stato altresì analizzato il corso d'acqua senza nome, affluente in sponda sinistra nella medesima località: il rio attraversa l'area sul limite di monte, interamente tombinato. La tombinatura lavora a pelo libero per portata cinquantennale, sebbene con franchi molto limitati. Il tratto terminale risente del rigurgito del torrente Riccò e lavora in pressione per una lunghezza di circa 50 m. Per portate superiori, l'intero tratto tombinato va in pressione, sebbene con carico limitato. Il tratto a monte dell'imbocco non garantisce il franco adeguato allo smaltimento della portata duecentennale.

3.2.5.2.2 FOSSO MONTANESI

Il fosso Montanesi rappresenta un affluente di sinistra del rio Riccò, dove confluisce in località Ponterosso. Il corso d'acqua si presenta generalmente in condizioni naturali, ad esclusione del tratto in corrispondenza degli impianti dell'acquedotto, caratterizzato dal rivestimento del fondo alveo e dalla presenza di due muri spondali in c.a..

Aree storicamente inondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, si evince come in passato si siano verificati eventi di inondazione lungo tutto il basso corso del rio Montanesi. Tale corso d'acqua rappresenta il ramo terminale di un complesso reticolo superficiale di drenaggio dei versanti di levante della valle del Rio Riccò, caratterizzati peraltro da accentuata potenzialità erosiva (non è segnalata la presenza di opere trasversali di contenimento dell'erosione di fondo) e dal consistente trasporto solido. Il ponticello a monte dello stabilimento presenta l'intradosso ad una quota inferiore della sommità delle sponde.

Simulazioni idrauliche

Le simulazioni idrauliche condotte lungo l'asta del fosso Montanesi sono relative alla configurazione attuale del corso d'acqua, nel tratto che va dagli impianti dell'acquedotto fino alla confluenza nel torrente Riccò. La portata duecentennale assume un valore pari a 76 mc/s.

Analizzando i risultati delle simulazioni, si verifica esondazione sia in sponda destra che in sponda sinistra per la portata 50-ennale a causa dell'insufficiente sezione dell'alveo, aggravata dalla presenza di due ponticelli non adeguati neppure al transito della portata 50-ennale. L'intera area dello stabilimento risulta soggetta ad inondazione con tempo di ritorno inferiore ai 50 anni.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Il tratto di corso d'acqua rivestito si presenta in alcuni punti in precarie condizioni di manutenzione (il rivestimento del fondo è infatti in più punti caratterizzato da un avanzato fenomeno disgregativo del cls, con messa in luce dei ferri d'armatura). Queste opere sono state sicuramente realizzate durante l'esecuzione dello stabilimento dell'acquedotto Nicolay: per ampliare il piazzale, si è parzializzata la sezione dell'alveo; occorre inoltre ricordare come il rivestimento delle sponde, se da un lato protegge il terrapieno dello stabilimento, dall'altro determina una consistente velocizzazione della corrente.

3.2.5.2.3 RIO PAVETO

Il rio Paveto rappresenta un affluente di destra del rio Riccò, dove confluisce in località Ponte dell'Acqua immediatamente a valle del ponte della linea ferroviaria Genova-Milano.

L'alveo del rio Paveto si presenta incassato e confinato. L'analisi comparata delle fotografie

aeree e della cartografia di date diverse, oltre all'analisi fotointerpretativa, hanno evidenziato numerosi tratti nei quali un tempo il corso d'acqua disponeva di raggi di curvatura più ampi e zone modeste di espansione. Attualmente sono presenti alcune zone di espansione da salvaguardare.

Il corso d'acqua si presenta nel tratto di monte prevalentemente in condizioni naturali; a valle della confluenza con un rio Riasso, la sponda sinistra è altresì caratterizzata da una difesa spondale pressoché continua, costituita da tratti di muratura in pietrame ed in c.a e tratti in gabbioni. Tale difesa si estende verso valle fino alla confluenza con il rio Riccò. L'alveo dispone pertanto di una larghezza pressoché costante fra i muri di sponda, all'interno dei quali l'alveo inciso si presenta divagante con alternanza di zone in erosione e zone di deposito laterali.

Aree storicamente inondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, si evince come in passato si siano verificati eventi di inondazione lungo il corso del rio Paveto che hanno interessato le seguenti aree:

- alcune zone golenali situate in corrispondenza della confluenza con il rio Riasso;
- l'area alla confluenza dei rii Casè e Freghea.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte lungo il tratto del corso d'acqua in esame indicato come storicamente inondato, che va dalla confluenza con il torrente Riccò fino alla confluenza con il rio Casaregio (Casè), affluente minore in sponda destra in loc. Paveto.

La simulazione ha riguardato una configurazione di progetto, sulla base di quanto previsto dallo Studio SINA per la realizzazione della Linea A.V. Genova-Milano.

I risultati delle verifiche mostrano l'insufficienza di diverse opere lungo tutto il tratto con conseguente esondazione anche per portata cinquantennale.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Sulla base dei dati raccolti dalle segnalazioni fornite dagli Enti che hanno competenza sul territorio in esame, nonché dei dati dedotti dalle simulazioni idrauliche e dai sopralluoghi svolti, si sono riscontrate, lungo l'asta del rio Paveto, le criticità di seguito elencate.

Confluenza rio Casè

Il versante in sponda sinistra del rio Casaregio (Casè), poco prima della confluenza con il rio Paveto, è caratterizzato da ruscellamento diffuso e da fenomeni di erosione del fondo e delle sponde, con conseguente pericoloso trasporto verso valle di materiali anche di elevata pezzatura, con conseguente ostruzione delle opere di attraversamento di valle.

La corrente presenta velocità elevate a causa della pendenza del fondo; i ponti in prossimità della confluenza, sebbene ricostruiti a seguito degli eventi alluvionali degli anni '90 nell'ambito della realizzazione della Linea A.V. Genova-Milano, non garantiscono il franco rispetto al carico cinetico.

La sezione sottesa dal ponte in sezione PAV-55 risulta insufficiente, con esondazione sia in sponda destra che sulla sede stradale in sponda sinistra per portata 50-ennale.

La sezione sottesa dal ponte in sezione PAV-46 risulta insufficiente, con esondazione per portata 50-ennale su entrambe le sponde dovuta in parte anche ad insufficienza arginale

In corrispondenza della confluenza del rio Paveto con il rio Riasso che lambisce a nord uno stabilimento industriale si verifica l'inadeguatezza della sezione in corrispondenza del ponte a valle della confluenza e l'esondazione su entrambe le sponde. L'inadeguatezza della sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento (rappresentato da un manufatto in muratura che determina il restringimento della sezione di deflusso) risulta evidente anche a causa della presenza, immediatamente a valle, di un salto di fondo, che, seppure stabilizzando il fondo, ne determina l'innalzamento, con la conseguente riduzione dell'altezza delle sponde. Il rigurgito del ponte, inoltre, accentua tale innalzamento dei livelli ed il conseguente sormonto delle sponde, con l'inondazione dell'area situata in destra del corso d'acqua e della strada in sponda sinistra.

Pur non essendo indagato, non sembra invece critico l'andamento planimetrico dell'affluente di destra, soprattutto in corrispondenza della stretta curva a gomito situata a monte dello stabilimento industriale, in quanto la sponda esterna è adeguatamente protetta con una difesa spondale in massi.

Durante il sopralluogo non sono stati evidenziati, nonostante la pendenza media del corso d'acqua sia superiore al 2%, fenomeni di erosione del fondo.

Tra le sezioni PAV-20 e PAV-16 si ha esondazione per portata cinquantennale sia in sponda sinistra che in sponda destra, che interessa i capannoni industriali ivi ubicati.

Come evidenziato dalle simulazioni idrauliche, in corrispondenza del restringimento della sezione indotto dal ponte ferroviario, si determinano per la piena di riferimento, livelli idrici tali da determinare la parziale esondazione in destra. Si tratta di un'area golenale attualmente destinata alla coltivazione ad orti.

3.2.5.3 T. SECCA E SOTTOBACINI

3.2.5.3.1 TORRENTE SECCA

L'alveo del torrente Secca mantiene, pressoché per tutto il tratto in esame (e cioè dalla confluenza con il rio Pernecco fino alla confluenza con il torrente Sardorella e, più a valle, con il Polcevera, una sezione canalizzata fra due muri spondali paralleli, talvolta discontinui e distanti mediamente 60-70 m.

Le difese di sponda presentano una buona continuità in destra orografica, mentre in sinistra si presentano locali interruzioni. Le tipologie di difesa vanno dal muro in c.a. alla difesa in massi o altro.

Nel tratto sono altresì presenti zone dove si rendono possibili locali esondazioni, peraltro senza interessare infrastrutture o edifici. Nell'ambito del S.A.U. relativa ai progetti 4, 6 e 7 del Programma Comunitario Resider II, riguardanti l'area TR n. 5/8 in Genova-Bolzaneto, approvato dal Comitato Tecnico Provinciale in data 23/09/99, sono stati previsti una serie di interventi di sistemazione idraulica del tratto a monte della confluenza con il T. Polcevera.

L'intervento è stato suddiviso in diversi settori così definiti:

- n°1 *Mercati Generali ex Sanac*
- n°2 *Normoil B*
- n°3 *Normoil A e settore n° 4 Lo Faro*
- n°5 *Ecologital*

- n°6 *Morego*

I lavori sono stati ultimati nei primi 5 settori, devono essere invece ancora iniziati nel settore n°6 Morego.

Nello stato attuale le verifiche hanno dimostrato che le aree comprese nel settore n°6 sono soggette ad esondazione per tempo di ritorno 50-ennale a causa di due affluenti in sponda destra del T. Secca nella zona di via alle scuole di Morego e passo Morego a causa della sezione di deflusso ridotta aggravata dalla presenza di alcuni brevi tratti di copertura e dai bruschi cambi di direzione indotti nel corso del tempo. In corrispondenza di quest' area il T. Secca esonda per portata 200-ennale. La mappatura delle fasce è stata prodotta riferendosi allo stato attuale, come, del resto, richiesto dalla Regione Liguria, in sede di espressione del parere vincolante e come preso atto dal Comitato Tecnico Provinciale. La delimitazione indicata nel progetto è stata affinata a seguito dei sopralluoghi, rendendo omogenee le aree topograficamente simili.

Inoltre, nel Piano sono inserite le verifiche idrauliche riguardanti il rio alle Scuole di Morego che mostrano l'insufficienza delle sezioni idrauliche del tratto terminale del suddetto rio per portata cinquantennale.

Dagli studi effettuati nell'ambito del Programma Comunitario Resider II, soprarichiamato, sono anche emerse come critiche le condizioni di deflusso di alcuni affluenti del T. Secca, nel tratto in oggetto, con particolare riferimento al rio Cremeno.

Il rio Orpea, è stato oggetto di un intervento di sistemazione, per cui non si ha più esondazione neanche per tempo di ritorno 500-ennale.

La tendenza evolutiva del corso d'acqua è peraltro limitata dalla presenza in alveo di numerose soglie, realizzate in passato per limitare i fenomeni di scalzamento delle pile e delle sponde dei manufatti di attraversamento.

Aree storicamente esondate

L'analisi della carta delle aree storicamente esondate evidenzia come in passato si siano verificate le esondazioni in ampi tratti del torrente Secca, e precisamente:

- nel tratto che si estende per circa 800 m a valle della confluenza con il rio Libia fino oltre alla confluenza con il rio Pernecco;
- lungo il tratto intermedio del corso d'acqua, in località Mainetto fino alla confluenza con il torrente Sardorella;
- In località Morigallo immediatamente a monte con il torrente Polcevera.

Si tratta peraltro di fenomeni che hanno interessato l'ampia porzione golenale del letto del torrente Secca, inondando solo localmente le infrastrutture ubicate in frodo al corso d'acqua.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità

riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte nei tratti più significativi del corso d'acqua in esame.

Tratto di monte

La simulazione ha riguardato la configurazione di progetto, del progetto "Razionalizzazione del nodo relativo alla confluenza dei torrenti Pernecco e Secca", che prevede in sponda sinistra la realizzazione di una difesa spondale per permettere la costruzione di una nuova viabilità, in sponda destra la revisione della viabilità comunale con ricostruzione di parte della difesa spondale in particolare i corrispondenza della confluenza con il torrente Pernecco. Analizzando i risultati ed assumendo come piena di riferimento quella con tempo di ritorno duecentennale ($Q_{200} = 302 \text{ m}^3/\text{s}$ a monte della confluenza e $Q_{200} = 582 \text{ m}^3/\text{s}$ a valle della confluenza), si evince dai risultati delle simulazioni idrauliche condotte l'adeguatezza delle sezioni d'alveo di progetto. Pertanto non si determina nel tratto di monte simulato pericolo di esondazione.

L'intervento riguardante il torrente Secca è stato realizzato e collaudato.

Le sezioni facenti parte del progetto sono state integrate a monte con nuove sezioni rilevate fino al limite dell'area storicamente inondata ed è stata studiata anche la confluenza con il torrente Serra affluente in sponda destra. A valle del Pernecco è stata imposta la condizione di moto uniforme al di sotto della briglia.

In questo tratto non sono presenti criticità.

Tratto intermedio

La simulazione ha riguardato il tratto del torrente Secca che va dalla confluenza con il torrente Pernecco fino alla confluenza con il torrente Sardorella. Sono state eseguite inoltre le verifiche idrauliche su tre affluenti: due in sponda sinistra in parte tombinati e uno in sponda destra che in passato hanno causato allagamenti.

Sono state assunte come piena di riferimento con tempo di ritorno duecentennale; per gli affluenti invece è stato utilizzato il metodo CIMA per i bacini $<2\text{km}^2$.

Si evince dai risultati delle simulazioni idrauliche condotte sull'asta principale del torrente Secca l'adeguatezza delle sezioni d'alveo. Pertanto non si determina nel tratto di monte simulato pericolo di esondazione.

I ponti presenti nel tratto in generale non determinano ostacolo al deflusso della corrente.

In questo tratto sono stati indagati tre affluenti minori.

Il rio Fondegga, indicato nella carta di ubicazione delle sezioni idrauliche con il prefisso FON, è il più critico dei tre con sormonto della tombinatura da parte della corrente con portata 50-ennale di oltre 50 cm.

Il rio Cascinette, indicato nella carta di ubicazione delle sezioni idrauliche con il prefisso CAS, tombinato nell'ultimo tratto fino alla confluenza con il Secca risulta insufficiente al deflusso della portata duecentennale, mentre per la portata cinquantennale il tratto in corrispondenza dello sbocco nel Secca va in pressione.

Il rio Valle, indicato nella carta di ubicazione delle sezioni idrauliche con il prefisso VAL, è stato recentemente sistemato e non presenta più alcuna criticità idraulica.

Tratto di valle

La simulazione è contenuta nel progetto Resider II che prevede l'eliminazione del rischio d'inondazione alla confluenza del torrente Secca con il torrente Polcevera attraverso interventi di sistemazione.

Analizzando i risultati dello stato di progetto, di cui è stata recentemente ultimata la realizzazione per i settori n° 1,2,3,4,5, ed assumendo come piena di riferimento quella con tempo di ritorno duecentennale ($Q_{200} = 770 \text{ m}^3/\text{s}$), si evince che il torrente Secca non dà più luogo a fenomeni di inondazione in tutto il suo tratto terminale, se non nell'area di Morego interessata dall'intervento nel settore n°6 che non è stato ancora eseguito.

Nel tratto sono presenti numerosi salti di fondo, che rendono particolarmente stabile il profilo di fondo dell'alveo. Nel tratto considerato sono presenti altresì tre ponti, che interagiscono con la dinamica fluviale del corso d'acqua. Essi sono:

- SEC5P: è il ponte dell'autostrada, con 2 pile circolari di modeste dimensioni, che peraltro schermano parzialmente il ponte a valle;
- SEC4P: è il ponte della Statale, questa volta sono presenti 4 pile in alveo, che determinano, essendo parzialmente inclinate, un maggiore rigurgito verso monte;
- SEC3P: si tratta in realtà di una coppia di ponti, entrambi con quattro campate e tre pile in alveo allineate (setti in c.a.).

3.2.5.3.2 TORRENTE SERRA

Il torrente Serra è un affluente di destra del torrente Secca nel Comune di Serra Riccò. È stato indagato il tratto che va dalla confluenza con il torrente Secca e si estende per circa 300m.

Sono risultate inondabili delle aree piuttosto limitate in sponda sinistra parzialmente in fascia A e parzialmente in fascia B in funzione della quota del terreno e dell'altezza delle sponde come indicato nelle verifiche idrauliche.

Il ponte alla confluenza costituisce un ostacolo al deflusso della portata provocando un rigurgito a monte, in condizioni di piena sul torrente Serra con la simulazione della confluenza.

3.2.5.3.3 TORRENTE PERNECCO

Il torrente Pernecco è un affluente di sinistra del torrente Secca, dove confluisce in corrispondenza dell'abitato di S. Rocco.

Il corso d'acqua si presenta solo moderatamente antropizzato, con locali difese spondali situate in generale lungo la sponda sinistra a protezione di alcuni edifici e soprattutto del rilevato della strada che affianca il rio. Questi presenta un tratto di monte con alveo abbastanza inciso, pendenza elevata e andamento planimetrico pressochè rettilineo; più a valle la pendenza diminuisce ed il fondovalle si allarga, mentre il corso d'acqua assume un andamento più marcatamente meandriforme.

Aree storicamente esondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, si evince come in passato si siano verificati eventi di inondazione lungo il torrente dalla confluenza nel torrente Secca con un'area piuttosto estesa fino a circa 900 m a monte, dove le inondazioni hanno interessato piccole aree limitrofe al torrente.

Simulazioni idrauliche

Le simulazioni idrauliche condotte lungo l'asta del rio Pernecco sono relative alla configurazione attuale del corso d'acqua, così schematizzato:

- nel tratto di monte mediante le sezioni trasversali d'alveo di rilievo dalla PER-27 alla PER-10;
- nel tratto di valle, alla confluenza con il torrente Secca, mediante 2 sezioni trasversali d'alveo di rilievo;

Tratto di monte

Le simulazioni idrauliche evidenziano, per tutto il tratto a valle del ponte CIA3P3, esondazioni, in sponda destra, su due piane a causa della inadeguatezza dell'altezza della sponda ed in sponda sinistra tra le sezioni PER-23, PER-22 interessando la sede stradale. La portata duecentennale è pari a 218 m³/s.

Nel tratto sono presenti tre manufatti di attraversamento, tutti e tre a soletta piana in c.a. o acciaio.

Il ponte CIA3P2 determina un restringimento della sezione idraulico che provoca rigurgito a monte.

Nel tratto è anche presente un manufatto di attraversamento a due campate, con pila in alveo, a soletta piana, con impalcato abbastanza spesso (CIA1P3). Tale manufatto risulta sufficiente al deflusso della portata anche 500-ennale.

Infine è presente un ponte carrabile a servizio della viabilità principale (CIA1P2) con due pile in alveo e soletta piana in c.a.. Le verifiche idrauliche effettuate mostrano una complessiva sufficienza del manufatto, tale da garantire un franco di circa 80 cm rispetto al pelo libero duecentennale.

Tratto di valle

Questo tratto è interessato da esondazioni storiche a causa della confluenza tra il torrente Pernecco e il torrente Secca che presenta un angolo d'immissione di circa 90° con un ponte posizionato in corrispondenza della confluenza. Il progetto "Razionalizzazione del nodo relativo alla confluenza dei torrenti Pernecco e Secca" prevede una sistemazione per adeguare l'angolo d'incidenza dei corsi d'acqua a la larghezza dell'alveo alle esigenze di un corretto deflusso delle acque.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Sulla base delle risultanze dei sopralluoghi condotti lungo l'asta in esame, si è evidenziato innanzi tutto un consistente fenomeno di trasporto solido; in particolare si è riscontrato un elevato sovralluvionamento in corrispondenza di un'ansa verso destra ubicata circa 400 m a monte della confluenza con il torrente Secca.

Il consistente sovralluvionamento è generato dalla locale diminuzione della velocità della corrente, indotta dalla diminuzione della pendenza (nel tratto sono presenti alcune briglie) nonché dalla stretta curva.

Immediatamente a valle del punto innanzi indicato si è riscontrata la presenza di un muro spondale in c.a. scalzato e crollato.

3.2.5.3.4 Rio Rialasco

Il Rio Rialasco è un piccolo affluente in sponda sinistra del Torrente Secca immediatamente a valle della confluenza con il Torrente Sardorella.

E' situato in una zona non urbanizzata con una stradina in sponda sinistra ed un'ampia zona incolta in sponda destra parzialmente protetta dall'esondazione da un muro in pietra in alcuni punti abbastanza dissestato.

RIA-IDR-1: La stradina in sponda destra nel tratto intorno alla sezione 6 risulta insufficiente anche per portata 50-ennale.

Nel tratto di circa 100 m a monte della confluenza il muro in sponda destra risulta insufficiente al deflusso della portata 200-ennale.

RIA-IDR-2: Il ponticello circa trecento metri più a monte della confluenza risulta insufficiente per la portata 200-ennale e non ha franco per la portata 50-ennale.

3.2.5.3.5 Rio Morego

Il Rio Morego è un piccolo rio in sponda destra affluente diretto del t. Secca.

Il rio risulta confinato tra la strada in sponda sinistra ed una serie di edifici in sponda destra.

La parte terminale del rio risulta insufficiente per portata 50-ennale a causa principalmente della presenza del tombino che passa sotto la strada Lungo Torrente Secca e sbuca direttamente nel torrente stesso.

Si precisa che del suddetto tombino è stato possibile rilevare solo la sezione di imbocco, la sezione ristretta leggermente più interna che a favore di sicurezza è stata mantenuta tale fino alla sezione di sbocco, e la sezione di sbocco che essendo circolare e di dimensioni maggiori rispetto alla precedente è stata trascurata.

3.2.5.3.6 Rio alle scuole di Morego

Il Rio alle scuole di Morego è un piccolo rio in sponda destra affluente del t. Secca, ubicato poco a valle dell'omonimo viadotto autostradale.

La parte terminale, tombinata non risulta in grado di smaltire la portata cinquantennale, con conseguente allagamento delle aree circostanti.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Nel tratto del torrente Secca in esame le principali criticità sono legate all'inadeguatezza rispetto il deflusso della portata duecentennale dei rivi che affluiscono nel tratto terminale, come

emerso dagli studi idraulici a corredo del progetto Resider II: gli interventi previsti nell'ambito di tale progetto permetteranno, però, la regimazione idraulica sia del tratto terminale del T. Secca sia dei suddetti rivi, conseguendo, in questo modo, la messa in sicurezza dell'area.

L'alveo è ovunque sufficientemente pulito (soprattutto sono limitate le presenze in golena di edifici od infrastrutture che possono determinare la parzializzazione della sezione d'alveo). Anche se regimato, il corso d'acqua ha mantenuto parte della propria capacità di espansione laterale.

Il profilo di fondo appare sufficientemente stabile, anche in ragione della presenza di numerose briglie e soglie di fondo.

3.2.5.3.7 TORRENTE SARDORELLA

Il rio Sardorella mantiene, nel tratto esaminato, una sezione generalmente canalizzata fra due muri spondali paralleli, talvolta discontinui e distanti mediamente 25-30 m. Peraltro alcuni tratti di sponda non presentano opere di difesa (dove cioè non sono presenti edifici od infrastrutture di qualche importanza) ovvero sono difesi con muri in pietrame a secco di modeste dimensioni.

Frequenti sono le tipologie di difesa spondale realizzate con muri in c.a.. Numerosi sono i ponti, la maggior parte dei quali sono relativi a strade secondarie, passerelle, ponti tubo.

Il corso d'acqua è caratterizzato da una dinamica evolutiva del fondo alveo abbastanza accentuata: tale affermazione è avvalorata dalla presenza lungo il tratto esaminato di numerose briglie e soglie di fondo. Lo scalzamento delle fondazioni ha interessato in passato, oltre alle pile ed alle spalle dei ponti, anche le difese spondali, come testimoniato dai rilievi di campagna che hanno evidenziato la presenza di muri di sponda crollati e ripristinati.

Lungo il tratto sono presenti alcune briglie dissestate.

Aree storicamente esondate

Dall'analisi delle carte delle aree storicamente esondate, si evince come il rio Sardorella sia stato interessato in passato dai seguenti fenomeni di esondazione:

- in corrispondenza dell'abitato di Piccarello, per una estensione longitudinale pari a circa 500 m, senza peraltro interessare la strada provinciale di Sant'Olcese;
- a valle della confluenza con il rio Busso per tutta l'estensione del tratto fino alla confluenza con il torrente Secca.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte nei tratti più significativi del corso d'acqua.

Tratto di monte (da sezione SAR 63 a sezione SAR 61)

La simulazione ha riguardato la configurazione attuale del corso d'acqua, caratterizzando la geometria dell'alveo mediante 3 sezioni trasversali di rilievo. Il valore della portata duecentennale è pari a 90 mc/s.

Le simulazioni idrauliche evidenziano il rischio di esondazione lungo entrambe le sponde a

monte del salto di fondo. Il tratto termina in corrispondenza del ponte SAR19P, ad arco in muratura, le cui dimensioni risultano adeguate al transito della portata di riferimento.

Località Piccarello (da sezione SAR 60 a sezione SAR 42)

Anche in questo caso si è verificata la situazione attuale del corso d'acqua, per la cui modellazione sono state adottate 18 sezioni d'alveo trasversali di rilievo.

Si è determinata la possibilità di esondazioni nell'abitato di Piccarello per portata 50-ennale, rispettivamente in sinistra a valle del ponte SAR14P e in destra a monte dello stesso.

Nel tratto, che presenta una pendenza abbastanza elevata (2,4%) sono altresì presenti alcuni ponti, di caratteristiche dimensionali e geometriche differenti.

La criticità principale del tratto è determinata dalla inadeguatezza delle sezioni d'alveo in corrispondenza della confluenza con il rio Ciubeca (v. paragrafo successivo).

Il ponte in prossimità della sede comunale, determina una riduzione della capacità di smaltimento dei deflussi di piena provocando rigurgito a monte e allagamento per portata cinquantennale dell'area pianeggiante in sponda destra compresa tra il torrente Sardorella e il rio Ciubeca. A valle del manufatto si verifica un'esondazione in sponda sinistra per portata 50-ennale per insufficienza arginale tra le sezioni SAR-57 e SAR-55.

Tratto di valle (da sezione SAR-41 a sezione SAR-1)

La simulazione ha riguardato la configurazione attuale del corso d'acqua, caratterizzando la geometria dell'alveo mediante 41 sezioni trasversali di rilievo.

E' stato indagato tutto il tratto indicato come storicamente inondato, dalla confluenza con il torrente Secca fino a monte della confluenza con il rio Busso.

E' stato indagata anche la confluenza con il suddetto rio.

Dai risultati delle verifiche idrauliche si evince che lungo questo tratto vi sono diverse criticità di seguito elencate procedendo da monte verso valle:

La zona della confluenza con il rio Busso risulta piuttosto critica sia a causa del corso d'acqua principale che dell'affluente. Il ponte sulla strada per loc. Isola costituisce un restringimento della sezione idraulica che provoca un rigurgito a monte tale da causare un allagamento per portata 50-ennale sia in sponda destra che in sponda sinistra. L'edificio industriale in sponda destra ha delle aperture a quota inferiore all'altezza del pelo libero della portata 50-ennale.

Il ponte viene sormontato dalla portata 200-ennale mentre la portata 50-ennale dalle verifiche risulta a circa 50 cm dall'estradosso dell'impalcato.

Il piazzale in prossimità del ponte in sezione SAR-23 risulta inondabile per portata 500-ennale.

3.2.5.3.8 Rio Ciubeca

E' stata studiata la confluenza del rio Ciubeca sia con il torrente Sardorella sia con due rii minori confluenti in quell'area (rio Gazzo e fosso Gazu). Tutti e tre i rii sono tombinati in alcuni tratti per cui sussiste comunque un pericolo di occlusione a causa dell'elevato trasporto solido e della

presenza di materiale nella corrente.

Sono state utilizzate le portate ottenute con il metodo CIMA per i bacini < 2 km² per tutti e tre i rii.

SAR_IDR_3 L'unico tratto in cui dalle verifiche risulta necessario adeguare la sezione di deflusso è quello in corrispondenza della confluenza dove si ha una tombinatura lunga circa 70 m le cui dimensioni di imbocco e di sbocco sono insufficienti per la portata 200-ennale.

3.2.5.3.9 Rio Busso

E' stato indagato un tratto di circa 350 m del suddetto rio, fino alla confluenza con il rio Sardorella.

L'area più critica è risultata quella della confluenza con una fascia B in sponda destra e una piana a quota inferiore in fascia A ed una a quota superiore in fascia B in sponda sinistra. La passerella pedonale in sezione BUS-1 viene sormontata dalla portata 200-ennale e non ha franco per quella 50-ennale (<50 cm). L'effetto della confluenza su questo tratto è determinante per cui l'intervento di sistemazione deve comprendere entrambi i rii, di conseguenza si definisce un intervento complessivo SAR-IDR-5.

La tombinatura tra le sez. BUS-5 e BUS-6 che collega i due capannoni sulle due sponde del rio risulta insufficiente al deflusso della portata 200-ennale e non ha franco (<50 cm) per portata 50-ennale; si ha quindi esondazione della portata 200-ennale che si propaga verso valle interessando il capannone situato in sponda destra.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Sulla base delle risultanze dei sopralluoghi condotti lungo l'asta in esame e dell'analisi dei dati ottenuti tramite le simulazioni idrauliche, nonché sulle indicazioni fornite dagli Enti, si sono evidenziate lungo il T. Sardorella le seguenti criticità di carattere idraulico:

Zona A: a monte dell'abitato di Piccarello

Presso la frazione situata immediatamente a monte dell'abitato di Piccarello, avviene la confluenza del rio Ciubeca, affluente del t. Sardorella, con due rii minori (tra cui il rio Gazzo) in corrispondenza di una stretta curva della strada Provinciale di San Olcese.

In questo tratto il rio Ciubeca è tombinato. L'eventuale esondazione, che interessa le case localizzate su entrambe le sponde, è determinata dall'insufficienza della tombinatura anche a causa della confluenza con il t. Sardorella (SAR-IDR-3).

Particolarmente critica è inoltre, la conformazione della confluenza del rio Ciubeca con i due rii minori anche a causa del trasporto di materiale lungo i due corsi d'acqua che può provocare l'ostruzione della luce di imbocco, con la conseguente inondazione delle aree di valle (SAR-IDR-1 e SAR-IDR-2).

Zona B: Località Manesseno

Il tratto di rio Sardorella considerato è quello compreso tra il ponte SAR8P e la confluenza con il torrente Secca.

In questo tratto si è determinato, storicamente, l'allagamento dei fabbricati

(prevalentemente a destinazione produttiva) situati lungo la sponda destra. L'inondazione ha, inoltre, interessato la strada provinciale di Sant'Olcese.

3.2.5.4 T. POLCEVERA E SOTTOBACINI

3.2.5.4.1 TORRENTE POLCEVERA

L'alveo del torrente Polcevera mantiene una sezione regolare, canalizzata fra due muri spondali paralleli.

Il tratto è attraversato da numerosi ponti (infrastrutture stradali e ferroviarie, passerelle) anche molto importanti. In alcuni casi si evidenzia il parziale scalzamento delle pile dei ponti, che in passato ha indotto alla realizzazione di soglie e traverse di sostegno del profilo di fondo.

Il tratto nel complesso non presenta particolari problemi idraulici.

Le simulazioni idrauliche condotte nel tratto in esame sono state condotte su tutto il tratto che va da Pontedecimo al ponte Pieragostini,. Alcune sezioni sono derivanti da progetti del Comune di Genova relativi all'attuazione del nodo viario Polcevera – Secca - Derivazione urbana per Pontedecimo. Tali interventi sono stati realizzati e collaudati.

Sulla base dei risultati delle simulazioni si evidenzia nella parte a monte della confluenza con il Secca il sormonto della sommità arginale solo in un piccolo tratto in sponda sinistra a Pontedecimo in corrispondenza della sezione POL-120.2, in parte per portata 50-ennale ed in parte per portata 200-ennale.

Le criticità in questo tratto sono dovute anche agli affluenti minori del Polcevera, alcuni dei quali sono inseriti nelle aree storicamente inondate. Ne sono stati studiati due in particolare: il rio Mainose ed il Rio Fulle.

Il rio Mainose, tombinato in quattro diversi tratti, dallo studio effettuato risulta esondare per portate duecentennali, in corrispondenza del tombino più a monte del tratto, mentre per portata duecentennale va parzialmente in pressione l'ultimo tratto della tombinatura allo sbocco nel Polcevera.

Per il rio Fulle la tombinatura risulta insufficiente al deflusso di tutte e tre le portate di riferimento, con conseguente allagamento dell'area limitrofa comprendente sia una strada che diversi edifici.

Nel tratto a valle della confluenza del T. Burba fino al T. Trasta il T. Polcevera presenta un andamento planimetrico regolare con graduali variazioni di sezione.

La fisionomia del corso d'acqua mostra forti segni di antropizzazione, essendo ormai confinato tra la viabilità in sponda destra e il rilevato ferroviario in sponda sinistra che svolgono, in questo caso, anche funzioni di argine.

Nel tratto compreso tra la confluenza del t. Trasta e la confluenza del t. Torbella il torrente Polcevera presenta una sezione molto regolare, canalizzata fra due muri spondali paralleli e distanti mediamente 120 m circa.

Il tratto è attraversato da numerosi ponti (infrastrutture stradali e ferroviarie, passerelle).

In generale i numerosi nodi di confluenza dei tributari diretti costituiscono punti di criticità legati ad aspetti di natura idraulica (per esempio per il rigurgito indotto dal t. Polcevera), nonché per cause di natura idrogeologica (per esempio per il trasporto solido). Tali criticità sono state

analizzate nell'ambito dei corsi d'acqua confluenti, ed in quella sede sono altresì state fornite le indicazioni relative all'adozione di interventi mirati alla messa in sicurezza di tali nodi.

Il fondo alveo del t. Polcevera presenta abbondanza di sedimenti alluvionali, ma nel complesso si può classificare in condizioni di buona manutenzione. La presenza di accumuli di materiale alluvionale in prossimità di alcuni ponti può ridurre la capacità di portata in prossimità di tali opere: tale situazione richiede un piano di manutenzione programmato in relazione alla portata solida media annua prevedibile.

Per le simulazioni idrauliche condotte nel tratto in esame si sono utilizzate sezioni trasversali d'alveo di rilievo, derivanti da alcuni progetti del Comune di Genova e dell'ANAS relativi alla realizzazione di importanti modifiche alla viabilità primaria locale.

Sulla base dei risultati delle simulazioni si evidenzia il sormonto della sommità arginale in sponda destra per portata cinquecentennale a monte dei due ponti ferroviari inclinati di circa 45°, uno con una sola pila in alveo, l'altro con quattro pile in alveo.

Il tratto compreso tra la confluenza del t. Torbella e il ponte Pieragostini è caratterizzato da un andamento planimetrico costituito da due tratti rettilinei raccordati da una curva (il tratto terminale assume orientamento sud-est). L'impronta planimetrica è molto regolare ed è assimilabile ad un tratto canalizzato, in quanto l'alveo risulta confinato fra due sponde in muratura continue.

Il tratto era attraversato da numerosi ponti e passerelle, gran parte delle quali sono state abbattute in seguito alla realizzazione della nuova viabilità. Generalmente l'intradosso dei ponti (legato alla livelletta del piano viabile o ferroviario) risulta compatibile con i livelli idrici di massima piena.

Il fondo alveo presenta abbondanza di sedimenti alluvionali, ma nel complesso si può classificare in condizioni di buona manutenzione.

Tratto compreso tra il ponte Pieragostini e la foce

L'area limitrofa al tratto terminale è in fase di profondo rinnovamento urbanistico, con rilevanti modifiche dell'assetto del corso d'acqua; si fa riferimento, in particolare, oltre all'urbanizzazione della zona commerciale-ricreativa di Fiumara ormai completata, alla demolizione delle aree ex-Ilva, alla nuova viabilità di sponda, ai nuovi attraversamenti ferroviario e della nuova strada di scorrimento a mare.

Gli interventi sono in fase di realizzazione e pertanto si rimanda al raggiungimento dell'assetto definitivo del corso d'acqua, l'aggiornamento del quadro di pericolosità idraulica dell'area; tanto più che lo scenario disegnato nel piano vigente, che non tiene conto degli interventi migliorativi già realizzati, risulta indubbiamente più cautelativo dal punto di vista dell'individuazione delle aree inondabili.

Nel tratto terminale è stata inoltre realizzata una grande "vasca di decantazione" destinata all'accumulo del trasporto solido, a cui si sovrappone quello di origine antropica dovuto alle scorie d'alto forno (banchina Italsider – portuale) prodotto dalle Acciaierie di Cornigliano.

La presenza di accumuli di materiale alluvionale in prossimità di alcuni ponti può ridurre la capacità di portata in prossimità di tali opere. Tale situazione richiede un piano di manutenzione programmato in relazione alla portata solida media annua prevedibile.

L'inondabilità dell'area è stata valutata sulla base dello studio idraulico (allegato al presente Piano) realizzato dall'ing. Noce nell'ambito del "Progetto di riqualificazione urbana dell'area di Fiumara a Genova Sampierdarena": l'operazione ha presentato alcune difficoltà legate alla morfologia della zona, pianeggiante e con quote di campagna molto basse e costanti rispetto al livello di piena.

L'area è inoltre interessata dal progetto 'Raccordi terminali viabilità Polcevera da Ponte Pieragostini all'area portuale e lungomare Canepa – Lungomare Canepa e alternativa parcheggio mezzi pesanti – collegamento zona franca' che prevede la realizzazione di una viabilità su entrambe le sponde con conseguente arginatura e la demolizione e ricostruzione dei numerosi ponti presenti nel tratto in esame.

Come già anticipato, gli interventi sono ancora in corso di realizzazione e pertanto viene mantenuta la situazione allo stato attuale analizzata nel progetto dell'ing. Noce.

3.2.5.4.2 TORRENTE BURBA

Il torrente Burba è un affluente di destra del Polcevera ubicato immediatamente a valle della confluenza di quest'ultimo con il torrente Secca.

Nel tratto analizzato, il torrente Burba presenta un alveo incassato, confinato cioè in una valle incisa con sponde acclivi. Nelle poche aree golenali presenti si sono installate, nel tempo, numerose costruzioni sia civili che industriali, riducendo di molto la già ridotta capacità di laminazione dell'onda di piena.

Il tratto evidenzia inoltre una elevata frequenza di curve e di opere di attraversamento, di tipologia e dimensioni varie. In generale, i manufatti di attraversamento relativi a vie secondarie presentano le dimensioni più critiche dal punto di vista idraulico.

L'alveo inciso si presenta prevalentemente canalizzato, con muri spondali continui sui due lati. La tipologia di difesa spondale è peraltro molto varia, sia come dimensioni che come materiali, prevalendo la tecnologia del muro spondale in pietrame a secco o cementato. Il fondo alveo è invece naturale, ed è intervallato da briglie e traverse generalmente di contenimento delle quote di fondo alveo a valle dei ponti.

Aree storicamente esondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate risulta segnalata una sola zona interessata dalle esondazioni del torrente Burba, localizzate in sponda sinistra a valle di loc. Canonero.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte nel tratto del corso d'acqua che va dalla confluenza con il torrente Polcevera fino alla località Canonero.

Il tratto è stato simulato per una lunghezza di circa 2400 m fino alla confluenza nel torrente Polcevera, adottando una portata duecentennale pari a 235 m³/s.

Le verifiche idrauliche condotte hanno evidenziato alcune zone periflufiali critiche, in particolare nella parte più a monte del tratto indagato, collegate in genere all'elevato carico cinetico della corrente.

In località Canonero, il ponte in sezione BUR-49 non è in grado di smaltire la portata 50-ennale e provoca un rigurgito che potrebbe interessare le aree circostanti; più a valle, gli edifici in fregio in sponda destra non presentano il franco adeguato ripetto al carico cinetico della corrente, così come lo stabilimento in sponda sinistra in prossimità della sezione BUR-44, che presenta alcune aperture nonché il cancello di accesso verso l'alveo.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

A monte della confluenza con il rio Molinassi

Sulla base delle risultanze dei sopralluoghi condotti lungo l'asta in esame, si sono evidenziate le seguenti criticità:

- BUR_IDR_1. In località Canonero è presente un edificio in sponda destra i cui pilastri di sostegno sono fondati in alveo in corrispondenza di uno sperone di roccia affiorante; non è da escludere che, in corrispondenza di eventi particolarmente gravosi, si possa determinare il collasso delle opere portanti dell'edificio, che franerebbe all'interno dell'alveo con il conseguente pericolo di ostruzione della sezione e della luce di deflusso del ponticello ubicato immediatamente a valle.
- BUR_IDR_2. Immediatamente a monte della confluenza con il rio Molinassi, in sponda sinistra è situato, in corrispondenza di una stretta curva verso sinistra, un fabbricato ad uso industriale, separato dall'alveo da un muro spondale in c.a. Si tratta di un'opera di difesa che non ha franco sufficiente per le piene di riferimento.
- BUR_IDR_3. Il rio Molinassi è un affluente di destra del torrente Burba, caratterizzato da un alveo moderatamente inciso e dal consistente trasporto solido, che viene immesso nel torrente principale e da qui trasportato verso valle fino al Polcevera. La tendenza del rio al trasporto solido determina, a valle della confluenza lungo il torrente Burba, diffusi e consistenti sovralluvionamenti, soprattutto in corrispondenza di alcune opere di attraversamento e verso la confluenza con il Polcevera, dove cioè la pendenza del fondo alveo assume valori prossimi o inferiori all'1%.

A monte della confluenza con il T. Polcevera

A valle della confluenza con il rio Molinassi si è rilevato, come già indicato al punto precedente, una tendenza evolutiva del corso d'acqua al sovralluvionamento.

Tale tendenza, maggiore proprio in corrispondenza di alcuni attraversamenti stradali, determina una diminuzione della sezione di deflusso dell'alveo, con conseguente pericolo di ostruzione delle luci dei ponti (in particolare, il ponte denominato BUR3P, caratterizzato dalla presenza di due pile in alveo) e di parzializzazione della capacità di smaltimento delle portate durante eventi di piena particolarmente gravosi, con conseguente pericolo di tracimazione delle sponde e di esondazione.

3.2.5.4.3 TORRENTE GEMINIANO

Il torrente Geminiano è un affluente di sinistra del Polcevera, in cui confluisce in corrispondenza della località Lazzaretto.

Il corso d'acqua è stato analizzato in un unico tratto dal mobilificio Parodi fino alla confluenza con il torrente Polcevera ed è caratterizzato dalla presenza di numerose opere di attraversamento, che vanno dal viadotto ferroviario, al ponte stradale, fino alla passerella – ponte tubo. Pertanto le tipologie dei ponti sono le più varie, ed anche in questo caso i manufatti relativi ad attraversamenti di minore livello presentano le dimensioni più critiche sotto il profilo idraulico.

L'alveo inciso è canalizzato lungo tutto il tratto, essendo confinato fra due sponde in muratura continue. La tipologia della difesa spondale varia continuamente sul tratto, prevalendo la tecnologia del muro spondale in pietrame a secco o cementato. Sotto il profilo planimetrico l'alveo descrive alcune curve di piccolo raggio ulteriormente parzializzate dalla elevata inclinazione dei ponti di attraversamento.

Il fondo alveo è naturale, intervallato da briglie e traverse generalmente di contenimento del fondo alveo a valle dei manufatti di attraversamento.

Aree storicamente esondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, è segnalata la esondazione in sponda prevalentemente destra nel tratto compreso tra i ponti di via Bolzaneto e di via Reta.

Simulazioni idrauliche

La portata duecentennale adottata nell'ambito delle simulazioni assume un valore pari a 96 m³/s.

I risultati delle simulazioni evidenziano come per il tratto di monte per le portate di riferimento si verificano livelli del pelo libero tali da causare l'esondazione:

- In prossimità del ponte in sezione GEM-20 in sponda sinistra per portata 50-ennale;
- nei pressi del ponte in sezione GEM-17 sia in sponda destra che sinistra a causa dell'insufficienza idraulica del ponte per portata 50-ennale;
- a valle del ponte in sezione GEM-17 in sponda sinistra è presente un piazzale a quota piuttosto bassa rispetto al fondo alveo che risulta allagabile per T=50 anni.

Più a valle risulta insufficiente al deflusso della portata cinquantennale, sebbene senza

provocare esondazione, il ponte di via Reta (sez. GEM-4), anche a causa del rigurgito causato dalla confluenza con il Polcevera; in sponda destra, a valle del ponte, è presente una stradina pedonale a bassa quota che costituisce una potenziale via di esondazione già per portata con tempo di ritorno di cinquant'anni.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Le criticità individuate lungo l'asta del torrente Geminiano a seguito dei sopralluoghi e delle simulazioni idrauliche svolte, nonché sulla base delle indicazioni fornite dagli Enti territorialmente competenti, si possono sinteticamente schematizzare come segue:

- Inadeguatezza della luce di deflusso dei ponti GEM-20 e GEM-17;
- a valle del ponte GEM-17 in sponda sinistra è presente un piazzale a quota piuttosto bassa rispetto al fondo alveo che risulta allagabile per T=50 anni;
- inadeguatezza della luce di deflusso del ponte di via Reta;
- inadeguatezza della difesa spondale in destra orografica nel tratto a valle e a monte del ponte di via Reta.

In particolare l'ultima criticità è relativa alla presenza di una interruzione alla continuità della difesa spondale causata dalla presenza di un accesso pedonale ad alcune abitazioni situate in destra orografica: eventi di piena anche modesti, che portassero il pelo libero ad un livello superiore a quello della strada pedonale, causerebbero l'inondazione, attraverso questa via preferenziale per i deflussi, di ampie zone urbanizzate.

- GEM_IDR_5. Modesto sovralluvionamento, soprattutto nel tratto di minore pendenza compreso tra il ponte di via Reta e la confluenza con il Polcevera.

3.2.5.4.4 TORRENTE TRASTA

Il rio Trasta è un affluente di destra del torrente Polcevera, nel quale sfocia immediatamente a valle del Parco F.S. di Teglia.

Il tratto considerato nell'ambito del presente studio comincia a monte in località Sciotto, a valle della confluenza con il Rio Ciliegia.

Il corso d'acqua prosegue a valle quasi completamente canalizzato, con muri spondali di caratteristiche difformi per materiali costruttivi ed altezza delle sponde. L'andamento planimetrico del rio è pressoché rettilineo, con alcune modeste curve in corrispondenza del ponte della ferrovia.

Nelle poche aree pianeggianti presenti si sono installate, analogamente alla maggior parte dei corsi d'acqua studiati, numerose costruzioni sia civili che industriali, riducendo di molto la già ridotta capacità di laminazione dell'onda di piena.

Numerosi sono i manufatti di attraversamento, di tipologia e dimensioni varie. In generale, i manufatti di attraversamento relativi a vie secondarie presentano le dimensioni più critiche dal punto di vista idraulico, con la presenza di pile in alveo che favoriscono il deposito del materiale di trasporto e la parzializzazione della sezione di deflusso. Peraltro il tratto di corso d'acqua esaminato è caratterizzato da un consistente sovralluvionamento del fondo alveo.

Aree storicamente esondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, è segnalata la esondazione in corrispondenza della confluenza con il torrente Polcevera e lungo la strada in sponda sinistra a valle della confluenza Rio Trasta – Rio Ciliegia.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti (allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrate) i risultati delle simulazioni idrauliche condotte nei tratti più significativi del corso d'acqua in esame.

Le simulazioni idrauliche sono state condotte nel tratto a monte della confluenza con il torrente Polcevera per un'estensione complessiva di circa 700 m.

La portata duecentennale adottata nell'ambito delle simulazioni assume un valore pari a 102 m³/s.

I risultati delle simulazioni evidenziano per la portata cinquantennale l'insufficienza del ponte in sezione TRA-11 e per la portata duecentennale l'insufficienza della passerella TRA-6 e del ponte TRA-3. L'esondatazione provoca l'allagamento principalmente della zona in sponda sinistra e dell'area in sponda destra.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Sulla base delle risultanze dei sopralluoghi condotti lungo l'asta in esame e delle segnalazioni da parte degli Enti territorialmente competenti, si è evidenziato lungo il tratto in esame del rio Trasta un consistente fenomeno di sovralluvionamento dell'alveo, causato dal trasporto solido del materiale proveniente dai rami di monte che drenano alcune aree caratterizzate da ripidi versanti in parte sede di consistenti fenomeni di erosione superficiale.

Il trasporto solido può determinare, durante eventi di piena di notevole importanza, l'ostruzione delle luci dei ponti presenti nel tratto in esame, che presentano peraltro una sezione di deflusso in alcuni casi assolutamente inadeguata, con conseguente rigurgito verso monte e quindi esondazione del corso d'acqua.

I manufatti di attraversamento nelle sezioni TRA-11 e TRA-6 presentano una sezione di deflusso inadeguata alle piene di riferimento. Il primo, situato più a monte, è costituito da una soletta piana a due luci con pila in alveo. L'altezza dell'intradosso nel punto più depresso (il manufatto è infatti in salita da sinistra verso destra) è assolutamente inadeguata, anche a causa del materiale di deposito sul fondo alveo.

Il ponte in sezione TRA-4 è una passerella carrabile, con una pila in alveo. Il manufatto non è verificato per la portata duecentennale.

Il ponte in sezione TRA-3, influenzato dal livello idrico imposto a valle del Polcevera, provoca l'innalzamento del pelo libero con conseguente allagamento per portata duecentennale sia in sponda destra che in sponda sinistra.

3.2.5.4.5 TORRENTE FEGINO

Il torrente Fegino è un affluente di destra del t. Polcevera, in cui confluisce in località Boschetto in corrispondenza dei cantieri Ansaldo.

Il corso d'acqua in questione presenta in diversi punti una sezione d'alveo fortemente parzializzata, in quanto progressivi interventi di antropizzazione (che si sono succeduti negli ultimi decenni) hanno sottratto al rio aree che un tempo costituivano zone di potenziale espansione laterale e laminazione.

Il tratto in esame si presenta interamente canalizzato, con muri spondali in c.a.; inoltre è attraversato da numerosi ponti di caratteristiche dimensionali e di materiali differenti.

E' attualmente in corso una serie di interventi di riduzione del rischio idraulico: quelli nel tratto terminale che attraversa lo stabilimento Ansaldo, sono stati completati mentre si sta procedendo verso monte, con il rifacimento del ponte di via E. Ferri e l'adeguamento delle sezioni idrauliche verso monte.

Le verifiche idrauliche tengono conto soltanto dei lavori già completati e collaudati, e, pertanto, solo quelli relativi al tratto Ansaldo.

Aree storicamente esondate

Sulla base dell'analisi della carta delle aree storicamente esondate, è segnalata la esondazione lungo tutto il tratto di rio che parte dalla località Piane fino al ponte di C.so Perrone.

Simulazioni idrauliche

Le simulazioni idrauliche (che vengono nel seguito sinteticamente descritte allo scopo di definire il quadro delle criticità riscontrabili lungo il corso d'acqua in esame) sono state condotte in un unico tratto da monte della confluenza con il rio Burlo fino alla confluenza con il torrente Polcevera.

E' stata studiata la confluenza con il rio Burlo in quanto tale confluenza è indicata nelle aree storicamente inondate.

I risultati delle simulazioni evidenziano come per le portate di riferimento si verificano livelli del pelo libero tali da causare l'esondatazione lungo tutto il tratto in sponda sinistra ed in alcuni punti anche in sponda destra.

In diverse sezioni si nota insufficienza arginale in alcuni casi di rilevante entità (superiore al metro per la 50-ennale).

In funzione dei livelli riscontrati nel tratto in esame, si determina inoltre la inadeguatezza idraulica già per portata cinquantennale della maggior parte delle sezioni idrauliche del tratto. Tale insufficienza è aggravata dalla presenza di manufatti di attraversamento presenti nel tratto in esame.

La confluenza con il rio Burlo risulta un nodo molto critico in quanto entrambi i rii sono tombinati poco prima della confluenza, il Burlo (FEG8P) per un tratto lungo circa 60m. I tombini sono

entrambi insufficienti per portata 50-ennale e causano l'allagamento di una zona piuttosto estesa.

Il tratto terminale, oggetto di interventi di sistemazione, appare ora in grado di smaltire la portata 50-ennale con franco e la 200-ennale senza franco adeguato.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Le criticità individuate lungo l'asta del torrente Fegino a seguito dei sopralluoghi e delle simulazioni idrauliche svolte, nonché sulla base delle indicazioni fornite dagli Enti territorialmente competenti, si possono principalmente imputare alla inadeguatezza della sezione d'alveo trasversale, che in alcuni punti raggiunge la larghezza di pochi metri (si veda per esempio il restringimento della sezione indotto dall'allargamento della strada di fondovalle in corrispondenza della pila del viadotto ferroviario).

La parzializzazione della sezione trasversale del corso d'acqua è principalmente causata dalla forte urbanizzazione che ha subito il rio negli anni passati, ed in misura minore dal localizzato sovralluvionamento indotto dal deposito del materiale trasportato dalla corrente.

Contestualmente alla inadeguatezza della sezione d'alveo si accompagna la insufficienza dei manufatti di attraversamento, che in alcuni casi presentano una quota dell'intradosso sensibilmente inferiore alla sommità spondale (si veda per esempio il manufatto FEG2P).

La rete idrografica secondaria affluente del Fegino presenta altresì una elevata pressione antropica, anch'essa venutasi incrementando negli ultimi 10-15 anni (riscontri nati dal confronto fra la base cartografica CTR 1:10.000 prodotta nel 1982 e la CTR 1:5.000 datata 1992). Le tipologie più ricorrenti sono le coperture, anche per tratti di svariate centinaia di metri. Tipici esempi sono:

- la costruzione di un parco serbatoi petrolio in zona "Campo del Rosso";
- la costruzione di un centro sportivo in zona "Burlo".

STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO RIO GALANO E RIO BURLO

Occorre segnalare la presenza di due dighe, non più in esercizio, lungo due affluenti del t. Fegino (FEG11DI -Diga FIGOI- e FEG12DI -Diga GALANO-). Tali opere, di altezza rispettivamente di 19m e 19.5m, e di capacità totale di invaso di circa 35.000 m³ e 46.000 m³, sono elementi di criticità, soprattutto per le zone a valle di tali sbarramenti, e risulta pertanto opportuno impedirne l'utilizzo per scopi di laminazione. Per tale motivazione, nel corso del 2004 è stato affidato uno studio di approfondimento idraulico relativo alle due dighe. Nel presente paragrafo, vengono riportati i punti salienti di tale studio.

Nella parte alta del bacino del rio Burlo, a monte degli impianti sportivi di "Lago Figoi" a Borzoli, è impostata la diga in muratura di Figoi. Poco a valle degli impianti sportivi, il rio Burlo confluisce nel rio Pianego. Sul rio Galano, affluente destro del rio Pianego, è impostata la diga in muratura "Galano", a valle della quale è ubicata un'altra opera di sbarramento denominata "dighetta Galano".

Idrologia

Non essendo le dighe in esercizio, non è stato possibile reperire valori di livello, né a scala

oraria né a scala giornaliera, sulla base dei quali ricostruire la serie storica delle portate affluenti ai serbatoi mediante equazione di bilancio.

Non sono inoltre presenti stazioni pluviografiche all'interno dei bacini idrografici sottesi.

Relativamente al bacino del fiume Polcevera, al cui bacino idrografico principale appartengono il rio Galano ed il rio Burlo, sono disponibili dati storici di eventi idro-pluviometrici intensi rilevati in stazioni idrometrografiche del S.I.M.N. Compartimento di Genova.

Nel bacino idrografico del fiume Polcevera e nell'ambito geografico dell'intera Liguria, non sono comunque disponibili, valori sperimentali di portata massima annua al colmo e/o giornaliera, rilevati in stazioni sottendenti un bacino imbrifero di estensione paragonabile a quelli delle sezioni in esame. Maggiori informazioni sono reperibili, invece, relativamente agli eventi pluviometrici intensi. Nel bacino del Polcevera e nelle zone circostanti sono infatti ubicate stazioni pluviografiche, per le quali sono disponibili un certo numero di valori di precipitazione di diversa durata massima annua, pubblicate sugli Annali dell'Ufficio Idrografico di Genova.

Il problema idrologico che si pone per l'indagine in corso, può essere inquadrato come la stima delle portate caratterizzate da tempi di ritorno fino a 500 anni in sezioni sprovviste di una serie storica propria di dati idrometrici.

Il problema è stato perciò affrontato mediante l'utilizzo di una modellazione afflussi-deflussi basata sul metodo degli "n" invasi lineari in cascata di Nash, in modo da ottenere l'idrogramma di piena a partire dalla pioggia di pari tempo di ritorno, con taratura del modello mediante utilizzo congiunto dell'informazione idrometrica e pluviometrica disponibile.

Per poter affrontare nella maniera più corretta il problema in oggetto ed utilizzare nella misura più completa l'informazione sperimentale disponibile, è stato adottato il seguente approccio:

1. sono state valutate le portate medie con tempi di ritorno di 20 anni sulle varie durate utilizzando i dati sperimentali di portata. In tal modo si evita di estrapolare l'informazione idrometrica a tempi di ritorno oltre 2÷3 volte la numerosità campionaria garantendo la robustezza del valore ottenuto;
2. è stata valutata la precipitazione puntuale ed areale di durata "d" ed assegnato tempo di ritorno "T" (T=20, 50, 200 e 500 anni);
3. è stato tarato un modello idrologico in grado di riprodurre, a partire dalle sollecitazioni meteoriche con T=20 anni, le portate medie di varia durata e pari tempo di ritorno;
4. il modello idrologico è stato utilizzato per ricavare le portate al colmo e gli idrogrammi di piena con tempo di ritorno T= 50, 200 e 500 anni, a partire dalle sollecitazioni meteoriche di pari T.

Per le valutazioni si è fatto ricorso ai risultati già ottenuti dal Politecnico di Milano nell'ambito di uno studio idrologico dei bacini Padani e Liguri. In tale studio è stata infatti completata una serie di indagini per la caratterizzazione a livello regionale degli eventi idrologici intensi, i cui risultati consentono di determinare su tutto il territorio indagato la portata $Q_{d,T}$, media su intervalli di

durata d con tempo di ritorno T , in una qualunque sezione .

In realtà nelle sezioni di Galano e Figoi la presenza delle dighe fa sì che l'idrogramma in ingresso al serbatoio creato dallo sbarramento possa subire una laminazione e quindi l'idrogramma che si propaga a valle abbia forma e portata al colmo diversa.

In corrispondenza agli impianti sportivi l'idrogramma reale risente, rispetto a quello valutato, dello stesso fenomeno indotto dalla presenza della diga Figoi.

Al fine di valutare l'effetto di laminazione delle dighe sulle portate fluenti si è quindi proceduto ad una modellazione numerica del fenomeno mediante un programma apposito.

Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche di dettaglio sono state eseguite in moto stazionario monodimensionale per le aste fluviali a valle delle dighe Galano e Figoi.

I tratti studiati sono stati i seguenti:

- dalla diga Figoi fino al termine della tombinatura degli impianti sportivi;
- dalla diga Galano fino a valle del ponticello di accesso alla proprietà privata sita in sinistra orografica.

Le sezioni rilevate a monte delle dighe non sono state utilizzate per lo studio idraulico; esse sono state rilevate con lo scopo di definire le curve di invaso e quindi l'effetto di laminazione sugli idrogrammi dovuto alla presenza delle dighe.

Per ogni situazione costruita a valle delle dighe di Figoi e Galano, sono state realizzate 7 simulazioni monodimensionali a moto stazionario utilizzando il software HEC-RAS per la valutazione delle condizioni di deflusso nello stato attuale dei corsi d'acqua:

- Rio Burlo a valle della diga di Figoi
 - Portata con tempo di ritorno $T_r=50, 200$ e 500 anni con effetto di laminazione della diga di Figoi;
 - Portata con tempo di ritorno $T_r=50, 200$ e 500 anni senza la presenza della diga di Figoi;
 - Portata dedotta dalle indicazioni del Piano Stralcio di Bacino;
- Rio Galano a valle della diga di Galano
 - Portata con tempo di ritorno $T_r=50, 200$ e 500 anni con effetto di laminazione della diga di Galano;

- Portata con tempo di ritorno $Tr=50, 200$ e 500 anni senza la presenza della diga di Galano;
- Portata dedotta dalle indicazioni del Piano Stralcio di Bacino.

Il valore della portata calcolata nel Piano di bacino deriva dall'applicazione del contributi unitario, avendo entrambi i bacini una superficie minore di 2 km^2 . Tale valore di portata risulta superiore a quello calcolato nell'ambito nello studio di dettaglio.

Si rammenta infine come in occasione di eventi particolarmente intensi si possano instaurare livelli di allagamento variabili fra 1 e 2 m d'acqua, con velocità di corrente elevate ($2\div 3 \text{ m/s}$). Si possono cioè determinare, in queste occasioni, condizioni di elevato rischio per l'incolumità delle persone e delle cose.

3.2.5.4.6 RIO BURLO

Il rio Burlo, affluente di destra del rio Fegino è stato indagato in due tratti; il primo fa parte della simulazione del rio Fegino di cui si è trattato precedentemente, il secondo riguarda lo studio del tratto compreso tra l'impianto sportivo del lago Figoi e la diga più a monte, oggetto di uno studio idraulico di dettaglio commissionato dalla Provincia di Genova nel corso del 2004.

La maggiore criticità del tratto è costituita dall'attraversamento compreso tra le sezioni BU-18 e BU-19 insufficiente al deflusso della portata 50-ennale.

La copertura dell'impianto sportivo risulta insufficiente per portata 500-ennale, mentre per portata 200-ennale non ha franco all'imbocco.

Dallo studio non sono emerse particolari criticità di tipo strutturale riguardanti le due dighe Galano e Figoi. Tuttavia si evidenzia che è presente un'abitazione costruita a ridosso della dighetta Galano, in prossimità dello scarico di fondo in sponda sinistra, che risulta interessata da allagamenti già per portata 50-ennale.

3.2.5.4.7 RIO BOSCHETTO

Il Rio Boschetto è un piccolo rio una volta affluente del rio Fegino e poi deviato in modo tale da sfociare direttamente nel torrente Polcevera.

La simulazione è stata condotta dall'imbocco della tombinatura a monte di corso Perrone fino allo sbocco nel torrente Polcevera.

E' da sottolineare che è stato possibile il rilievo solo dell'imbocco e delle sezioni a monte dello stesso, in quanto non è stato possibile individuare la sezione di sbocco a causa della presenza di diverse aperture scatolari nell'argine del torrente Polcevera, né tanto meno le sezioni interne al tombino stesso.

Le verifiche condotte contengono l'approssimazione che la sezione del tombino si mantenga costante con una pendenza di circa lo 0.8% .

A monte dell'imbocco del tombino c'è una serie di briglie ed una di queste si trova praticamente alla stessa quota della sponda sinistra per cui l'acqua raggiungendo il livello della stessa può direttamente raggiungere corso Perrone senza rientrare in alveo.

L'imbocco del tombino risulta insufficiente per portata 200-ennale.

3.2.5.4.8 TORRENTE TORBELLA

Il rio Torbella costituisce un'affluente di sinistra del t. Polcevera, in cui confluisce nella delegazione di Rivarolo.

Planimetricamente il tratto d'alveo in questione presenta alternanza di tratti rettilinei e curve con raggio molto ridotto; la sezione si presenta parzializzata e confinata da progressivi interventi antropici (edifici e piazzali sia a destinazione civile, sia industriale).

Inoltre il tratto è attraversato da numerosi ponti (infrastrutture stradali e ferroviarie, passerelle) a doppia campata spesso con pila centrale in asse alveo.

L'alveo inciso si presenta canalizzato, essendo confinato fra due sponde in muratura pressoché continue.

Aree storicamente esondate

La carta delle aree storicamente esondate evidenzia come in passato si siano verificati consistenti fenomeni di esondazione.

Simulazioni idrauliche

Nel seguito vengono sinteticamente descritti i risultati delle simulazioni idrauliche condotte nel tratto che va dalla confluenza nel Polcevera al ponte individuato con la sezione TO-107

E' stato studiato anche un piccolo tratto del rio Rivassa, affluente di sinistra del Torbella immediatamente a monte del ponte in sezione TO-87.

I risultati delle verifiche concordano sostanzialmente con la mappatura delle esondazioni storiche dimostrando l'elevata criticità dal punto di vista idraulico di quasi tutta l'asta terminale di questo affluente del Polcevera. In particolare bisogna sottolineare che :

- la strada che costeggia il torrente in sponda sinistra dal ponte di via Canepari fino alla confluenza risulta in fascia A per l'esondazione in corrispondenza di alcune sezioni del tratto e la mancanza di franco adeguato per altre;
- il ponte di via Canepari risulta decisamente insufficiente provocando rigurgito a monte che provoca l'esondazione per portata 50-ennale sia in sponda destra che sinistra; per portata 200-ennale il livello del pelo libero sormonta il ponte stesso invadendo la strada; tale esondazione provoca un'area allagabile piuttosto vasta essendo la strada trasversale al corso d'acqua in discesa (Via Rossini e via Canepari);
- a monte del ponte ferroviario (TO-17) in sponda destra c'è un'area a quota piuttosto bassa rispetto a fondo alveo che risulta allagabile per T=50 anni. Nel tratto a valle del ponte in sezione TO-25 si ha esondazione per portata 50-ennale in sponda destra dovuta ad insufficienza arginale. A monte dello stesso ponte ha un'esondazione per portata 200-ennale in sponda destra;
- a valle del ponte di salita al Garbo (TO-49) in sponda sinistra le verifiche mostrano esondazione per portata 50-ennale sul piazzale antistante un condominio in cui il

sovrizzo dei muri arginali è costituito da ringhiera; presumibilmente la fascia A si estende fino al campo di calcio che si trova a quota inferiore rispetto al piazzale. Tale situazione già gravosa può inoltre essere peggiorata dalla presenza di un affluente in sponda sinistra non inserito nei calcoli;

- a monte del ponte di salita al Garbo (TO-49) in sponda destra si ha un'area in fascia A per superamento dell'argine. La strada che costeggia il torrente diventa inoltre via preferenziale di scorrimento. Il ponte più a monte (TO-59) in particolare si rivela idraulicamente insufficiente provocando una esondazione sia in sponda destra che in sponda sinistra;
- il ponte di via Vezzani (TO88) provoca rigurgito a monte; per mancanza di franco si ha una fascia A nel piazzale posto in sponda destra al torrente, per portata 200-ennale l'esondazione investe Via Vezzani che diventa via di scorrimento preferenziale. A valle di tale ponte ci sono aree piuttosto limitate interessate da esondazioni con tempo di ritorno duecentennale. L'ex area industriale, ad oggi convertita in residenziale, compresa tra via Vezzani e il t. Torbella, ha tutti gli ingressi adeguatamente sopraelevati rispetto alla via stessa, ma rimane potenzialmente inondabile con tempo di ritorno cinquecentennale. Immediatamente a monte del ponte si ha la confluenza con il rio Rivassa; nel tratto analizzato esso risulta insufficiente al deflusso della portata 50-ennale in sponda sinistra e 200-ennale in sponda destra;
- l'area in prossimità della sezione TO-94 risulta inondabile in una piccola zona limitrofa al fiume per portata 50-ennale e per la maggior parte per portata 200-ennale e il ponte in sezione TO-94 non ha franco per portata 200-ennale.
- la zona del cimitero risulta critica a causa della presenza della tombinatura in prossimità dell'ingresso del cimitero, non in grado di smaltire neppure la portata 50-ennale;
- il ponte in sezione TO-106 viene sormontato dalla portata 200-ennale.

Criticità segnalate da Enti e riscontrate durante i sopralluoghi

Sulla base delle risultanze dei sopralluoghi condotti lungo l'asta in esame e delle segnalazioni da parte degli Enti territorialmente competenti, si è evidenziato lungo il tratto terminale del rio Torbella un consistente fenomeno di sovralluvionamento dell'alveo.

Il trasporto solido può determinare, durante eventi di piena di notevole importanza, l'ostruzione delle luci dei ponti presenti nel tratto in esame, che presentano peraltro una sezione di deflusso in alcuni casi assolutamente inadeguata, con conseguente rigurgito verso monte e quindi esondazione del corso d'acqua (si veda a tale proposito il manufatto di attraversamento di via Canepari).

Particolarmente pericolosa è peraltro la situazione del ponte di via Canepari, che se sormontato dalle acque in piena (a seguito della parzializzazione della sezione di deflusso e del conseguente funzionamento in pressione) può determinare vasti allagamenti in sponda sinistra con l'invasione (e "per effetto") delle vie cittadine laterali.

Il tratto terminale del corso d'acqua è altresì caratterizzato dalla inadeguatezza delle opere di contenimento laterale, che per eventi di piena particolarmente gravosi possono determinare

l'inondazione delle aree limitrofe.

3.2.5.4.9 RIO MALTEMPO

Le analisi sul rio Maltempo di seguito riportate discendono dallo studio idraulico realizzato nell'ambito della progettazione definitiva del prolungamento della metropolitana nel tratto Brin-Canepari – revisione del 15/6/2020.

Il rio Maltempo è un affluente in sponda sinistra del torrente Polcevera e presenta un bacino sotteso di poco inferiore a 1 km². Ha origine in loc. Fascia, a quota 290 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.0 km in direzione est - ovest, raccoglie da sud il contributo di un secondo ramo (denominato sempre Maltempo). Il bacino è delimitato a nord dallo spartiacque con il bacino del rio Garbo e rio Rivassa, affluenti del T. Torbella, ad ovest dal torrente Polcevera, a sud dal bacino del rio Zella e da aree scolanti minori e ad est dal bacino del rio Lagaccio.

La pendenza media dell'asta è di poco inferiore al 7%. Il bacino è caratterizzato da pendenze dei versanti mediamente elevate. La parte media e bassa del bacino, ad elevato livello di urbanizzazione, è occupata da infrastrutture autostradali e ferroviarie.

Il rio negli ultimi 600 m circa, ossia da poco a monte rispetto all'autostrada A7 verso valle, scorre completamente tombato.

Le verifiche idrauliche del rio Maltempo sono state effettuate in condizioni di moto permanente monodimensionale tramite il modello numerico di simulazione HEC-RAS.

Come condizione al contorno di valle, è stata assunta la quota idrica duecentennale del t. Polcevera allo sbocco (sezione POL-34), come indicata dalle verifiche di Piano di Bacino.

Quale coefficiente di scabrezza è stato adottato il valore, in termini di Strickler, di 40 m^{1/3}s⁻¹, in accordo con le indicazioni per "corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato".

La geometria di calcolo è stata costruita sulla base di un rilievo topografico realizzato ad hoc nel febbraio 2020, mediante la tecnica del laser scanner, che ha interessato gli ultimi 600 m del rio, da poco a monte dell'autostrada A7 fino all'immissione nel Polcevera.

Nel primo tratto di monte indagato, fino al sottopasso di via Piombelli, il rio Maltempo scorre al di sotto di alcuni fabbricati (in particolare il civico 11) e successivamente in larga parte sotto il sedime della stessa via Piombelli: la sezione si presenta rettangolare, con alternanza di soletta superiore piana in c.a. e nervature, di altezza utile mediamente sempre dell'ordine di 1.8 m. Dal punto di vista altimetrico la pendenza di fondo si mantiene sempre superiore all'1.3%, e pressoché allineata a tale valore per un tratto significativo immediatamente a monte rispetto alla ferrovia. Altimetricamente a partire dalla sezione poco a monte del sottopasso di via Piombelli fino a valle di via Canepari si ha tuttavia una sensibile riduzione di altezza della sezione, da correlarsi proprio all'attraversamento di via Piombelli al di sotto dell'esistente ferrovia, con valori pari ca. a 1.3 m e sezioni utili di deflusso ulteriormente parzializzate dalla presenza di sottoservizi all'altezza di via Canepari.

A valle dell'attraversamento di via Canepari, sempre a sezione rettangolare ribassata, le sezioni si presentano più eterogenee, con alternanza di volte in mattoni o in pietra a sesto ribassato e solai piani in c.a., ma altimetricamente meno sacrificate rispetto a quelle di tutto il tratto di monte.

La livelletta di fondo si mantiene anche in questo tratto pari a ca. 1.3%, fino all'immissione in Polcevera con salto di fondo di 1.7 m ca..

In linea generale le simulazioni condotte evidenziano una corrente "indisturbata" con caratteristiche supercritiche, con velocità massime dell'ordine di 4 m/s.

La verifica allo stato attuale ha dimostrato che la massima portata smaltibile senza impattare con elementi di intradosso e con i sottoservizi maggiormente vincolanti, risulta pari a circa 8 m³/s, cui corrisponde un tempo di ritorno dell'ordine di 5 anni. In seconda analisi, è stata valutata l'officiosità ipotizzando di rimuovere le interferenze geometriche, considerando quindi le sezioni "libere" da ostruzioni e sottoservizi: in questo caso la portata massima al limite della compatibilità risulta pari a ca. di 11 m³/s, cui corrisponde un tempo di ritorno dell'ordine di 10 anni.

Alla luce di quanto sopra riportato, già la portata cinquantennale, pari a circa 24 m³/s, non può essere smaltita dal rio nel suo assetto attuale e pertanto sono state valutate delle dinamiche di esondazione al fine di individuare le aree inondabili a diverso tempo di ritorno, secondo i criteri regionali.

A tal fine, sulla base della cartografia fotogrammetrica di base della banca dati comunale e regionale, è stato ulteriormente sviluppato il modello idraulico per consentire la rappresentazione bidimensionale degli allagamenti. Lo studio è stato focalizzato alla descrizione del fenomeno nella zona di interesse progettuale di piazzale Palli, e quindi esteso anche al territorio a valle della ferrovia.

Gli idrogrammi di piena, per diversi tempi di ritorno, sono stati calcolati attraverso un modello di trasformazione afflussi-deflussi calibrato per ottenere valori al colmo congruenti con il calcolo idrologico. Nello specifico è stato adottato, a partire da un istogramma rettangolare, il modello della corrivazione per durate pari al tempo di corrivazione del bacino e per durate pari al doppio del tempo di corrivazione stesso (evento equiprobabile, con minore portata e maggiore volume complessivo) ed applicando, a favore di sicurezza, tali sollecitazioni in ingresso alla sezione di monte del modello localizzata circa 350 m a monte dell'infrastruttura stessa.

Sono stati valutati ulteriori modelli di trasformazione afflussi-deflussi per analizzare la potenziale sensibilità dei volumi di piena al variare della metodologia applicata, ottenendo variazioni non significative ai fini della presente analisi. Sono stati altresì considerati eventi di piena equiprobabili con massimizzazione del volume in luogo della portata al colmo: le analisi successive hanno tuttavia confermato come, in relazione ad una limitata capacità di invaso, i tiranti maggiori si ottengano per le portate maggiori, e quindi per gli eventi di durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

Per la valutazione degli allagamenti è stato realizzato un modello basato sul codice di calcolo HECRAS 5 nella sua modalità bidimensionale.

Il primo passo per la costruzione del DTM è stata la verifica di congruità delle diverse informazioni topografiche che ha permesso così di aggregarle per l'ottenimento del DTM complessivo, con una dimensione della cella pari a 0,5x0,5 m. Si è posta particolare attenzione nella modellazione degli elementi esistenti che possono influenzare significativamente la dinamica dell'esondazione, quali, ad esempio, la sponda destra del rio Maltempo a monte dell'inizio del tratto tombato o il varco di accesso di via Piombelli, con relativo muro, o, ancora, il muro tra via Piombelli e piazzale Palli.

Il dominio di calcolo è stato esteso a tutta l'area interessata dalle esondazioni del rio

Maltempo fino a via Walter Fillak dove è posta la condizione al contorno di valle. Gli edifici sono stati inseriti nel modello come elementi impermeabili.

La definizione delle esondazioni del rio Maltempo è strettamente legata al comportamento idraulico nel suo tratto tombato. Innanzitutto, il livello imposto a monte dell'imbocco determina l'esondazione dalla sponda destra del rio verso la zona interna di via Piombelli; in secondo luogo si può avere fuoriuscita di volumi d'acqua dai tombini che "collegano" via Piombelli al tratto coperto del rio che gli scorre sotto, quando questo si trova in pressione. Pertanto, per l'analisi sono state considerate tre configurazioni:

1. in tutto il tratto coperto del Rio Maltempo si mantiene costante la portata, cioè non si hanno perdite attraverso i tombini (configurazione A);
2. si ha la fuoriuscita attraverso i tombini individuati nella campagna di rilievo (configurazione B);
3. l'imbocco del tratto coperto risulta completamente occluso da materiale flottante, tutta la portata esonda dalla sponda destra (configurazione C).

In sintesi i risultati dimostrano che, già per l'evento Tr-50, si inondano ampie zone del quartiere, sebbene, nel complesso, con tiranti e velocità piuttosto limitati. Valori di velocità più elevati, superiori a 1,0 m/s sono riscontrabili nella discesa lungo l'area di parcheggio che da via Piombelli porta verso il sottopasso di via Tasso, ma velocità ancora maggiori si riscontrano lungo via Piombelli. Con l'evento Tr-200, i tiranti presentano un massimo di circa 60 cm in corrispondenza dell'imbocco del sottopasso di via Tasso, sottopasso in cui si raggiungono velocità di 1,7 m/s. Gli allagamenti maggiori si hanno per l'evento Tr-200 configurazione C, in cui i tiranti superano il metro in corrispondenza dell'imbocco del sottopasso; le velocità nel sottopasso raggiungono i 2,2 m/s.

Si rimanda alla carta dei tiranti e delle velocità massimi per un dettaglio dei risultati.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Elementi a rischio

Gli elementi a rischio sono rappresentati dalla popolazione, dalle abitazioni, dalle attività economiche e dai beni culturali che possono subire danni in conseguenza del verificarsi del fenomeno franoso o idraulico, pertanto per l'individuazione delle classi, ci si è basati sull'analisi della carta dell'uso del suolo, ottenendo quattro classi:

Classe Elementi a Rischio	Codici Uso del Suolo	Descrizioni
E0	2.3 – 2.5 – 3.1 – 3.2 – 3.3 – 3.4.2 – 5.1.1	Prati e pascoli – Ex coltivi – Praterie – Zone boscate – Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva – Rocce nude –
E1	1.4.1 – 1.4.2 – 2.1.1 – 2.1.2.1 – 2.2.1 – 2.2.2 – 2.2.3 – 2.4	Aree verdi urbane – Aree sportive e ricreative – Seminativi in aree non irrigue – Seminativi, vivai, ecc. in piena aria - Vigneti – Frutteti – Oliveti – Zone agricole eterogenee
E2	1.1.2 – 1.3.1	Tessuto urbano discontinuo
E3	1.1.1 – 1.2.1 – 1.2.2 – 1.3.1 – 1.3.2	Tessuto urbano continuo – Aree industriali o commerciali – Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori – Aree estrattive – Discariche

4.2 Rischio idrogeologico – metodologia applicata

Nell'ambito della pianificazione di bacino, è prevista la determinazione del grado di rischio idrogeologico, inteso come rischio di inondazione, o idraulico, e rischio geomorfologico o geologico. La carta del rischio deriva dalla sovrapposizione tra la pericolosità idraulica o geomorfologica e gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, (rispettivamente, rischio idraulico e geologico). Si ottengono, così, cinque classi di rischio, di cui la classe R0, permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche:

R0 = rischio lieve o trascurabile

R1 = rischio moderato

R2 = rischio medio

R3 = rischio elevato

R4 = rischio molto elevato

4.2.1 Rischio idraulico

La carta del rischio idraulico è stata redatta dall'incrocio della carta degli elementi a rischio con la carta delle fasce fluviali, secondo la matrice seguente:

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

4.2.2 Rischio geologico

I diversi gradi di rischio di carattere geologico, sono stati determinati attraverso matrici nelle quali vengono posti in relazione le classi di suscettività con le classi degli elementi a rischio così come desunte dalla Carta dell'uso del suolo. La relativa carta del rischio geologico ha perciò, come finalità principale, l'evidenziazione delle situazioni di maggior criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Il rischio geologico è stato affrontato ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da una certa suscettività al dissesto dei versanti.

Si tratta tuttavia di un approccio differente rispetto a quello adottato per il rischio idraulico per vari aspetti. Si consideri per esempio che le classi di suscettività al dissesto di versante non possono essere determinate in termini di tempi di ritorno di un evento, ma esclusivamente come probabilità che un dato evento si verifichi in un'area per la presenza di uno o più fattore innescanti. Per questo motivo, a differenza di quanto avviene per le fasce fluviali, le aree a minore suscettività geomorfologica sono aree del bacino in cui si prevede che il dissesto abbia la minore possibilità di scatenarsi, spesso a prescindere dalla dimensione del fenomeno e quasi sempre a fronte di assoluta indeterminatezza temporale. Inoltre il verificarsi di un evento franoso in un'area a media suscettività non implica automaticamente che se ne verifichino altri nelle zone a maggior suscettività.

Con le precisazioni e considerazioni appena esposte la carta della suscettività individua quattro classi di suscettività al dissesto dei versanti più una classe aggiuntiva rappresentata dalle aree di frana attiva. In queste aree il dissesto è in atto e quindi si può parlare di pericolosità conclamata, mentre le altre classi si riferiscono ad aree a crescente potenzialità stimata al dissesto.

Per la redazione della carta del rischio geologico si è fatto riferimento alla seguente matrice:

Susceptibilità al dissesto dei versanti					
Elementi a rischio	Pg0 Susceptibilità molto bassa	Pg1 Susceptibilità bassa	Pg2 Susceptibilità media	Pg3a e Pg3b Susceptibilità elevata	Pg4 Susceptibilità 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

La classe di rischio R0, definita come rischio lieve o trascurabile, è praticamente rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

Nel bacino del Torrente Polcevera prevalgono, come rischio geomorfologico, le classi R0 e R1 mentre come rischio idraulico prevale la classe R2.

Rischio geomorfologico			Rischio idraulico		
	Area [mq]			Area [mq]	
R0	103850869	75%			
R1	26582347	19%	R1	224847	10%
R2	6998937	5,0%	R2	1260229	58%
R3	1449691	1,0%	R3	76889	4%
R4	274330	0,2%	R4	613989	28%
TOT	139156174	100%	TOT	2175954	100%

BIBLIOGRAFIA

1. Provincia di Genova – *Studio propedeutico alla redazione del Piano di Bacino Stralcio del torrente Polcevera* (studio effettuato da Hydrodata);
2. Provincia di Genova – *Studio propedeutico alla redazione del Piano di Bacino Stralcio del torrente Verde* (studio effettuato da RSTA);
3. Provincia di Genova – *Piano di Bacino Stralcio del torrente Bisagno*;
4. Provincia di Genova – *Piano di Bacino Stralcio del torrente Chiaravagna*;
5. Provincia di Genova – *Piano di Bacino Stralcio del torrente Lavagna*;
6. Provincia di Genova – *Piano di Bacino Stralcio del torrente Varenna*.
7. Comitato Tecnico Regionale (di Bacino) dell’Autorità di Bacino di Rilievo Regionale “*Criteri, direttive e raccomandazioni*”, aprile 1997 e s.m.i. ; in particolare:
 - “*Documento propedeutico all’informatizzazione dei dati e delle cartografie di bacino in riferimento ai moduli M e L – raccomandazione n. 3*”, approvato dal Comitato Tecnico Regionale dell’Autorità di Bacino di Rilievo Regionale nella seduta del 14 dicembre 1995 e successive modifiche:
 - “*Documento propedeutico all’informatizzazione dei dati e delle cartografie di bacino in riferimento ai moduli M e L – Raccomandazione n. 3 bis*”;
 - appendice alla Raccomandazione n. 3 bis “*Sigle delle principali unità tettoniche e locuzioni formazionali della Liguria*”, marzo 1999;
 - “*Documento propedeutico all’informatizzazione dei dati e delle cartografie di bacino in riferimento ai moduli M e L*”, approvato dal Comitato Tecnico Regionale dell’Autorità di Bacino di Rilievo Regionale nella seduta del 8 Novembre 1996.

Documenti cartografici e pubblicazioni specialistiche

1. Allasinaz A., Gelati R., Gnaccolini M., Martinis B., Orombelli G., Pasquarè G., Rossi P.M., “*Note illustrative della carta geologica d’Italia*”, scala 1:100.000, Foglio 82, Genova, 1971;
2. Cortesogno L., Haccard D., “*Carta geologica della zona Sestri-Voltaggio e note illustrative*”, n. 28 Mem. Soc. Geol. It., 1984;
3. Marini L., Ottonello G. (a cura di), “*Atlante degli acquiferi del Comune di Genova – Alta val Bisagno e Alta val Polcevera*”, Dipartimento Scienze della Terra, Università di Genova & Amga S.p.A., 1997;
4. Marini M., “*Carta geologica della val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale)*”, Atti Tic. Sc. Terra, 40;
5. Marini M., “*La linea Sestri-Voltaggio nel quadro dell’evoluzione tettonogenetica del limite Alpi-Appennini: proposta di interpretazione*”, Mem. Soc. Geol. It., 19, 1978;

6. Marini M., *“Litostratigrafia e assetto strutturale della Valpolcevera (Appennino ligure): revisione, nuovi dati e nuove prospettive”*, Giornale di Geologia, ser 3°, vol. 51/1, 1989, pp. 1-14, Bologna;
7. Marini M., Terranova R., *“Sezione Geologica fra il gruppo di Voltri e la Val Lavagna”*, Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia - 33 (1) - 425-433 (1933);
8. Società Geologica Italiana, *“Guide geologiche regionali – Alpi Liguri”*, BE-MA editrice, 1994;
9. Vanossi M. et alii, *“Geologia Alpi Liguri: dati, problemi e ipotesi”*, Mem. Soc. Geol. It., 28, 1986.
10. Comune di Genova, Piano Urbanistico Comunale: carta geomorfologica in scala 1:10.000 (dicembre 2011);
11. Comune di Sant’Olcese, Piano Regolatore Generale: carta geomorfologica in scala 1:5.000 (giugno 1989);
12. Comune di Mignanego, Piano Regolatore Generale: carta geomorfologica in scala 1:5.000;
13. Comune di Serra Riccò, Piano Regolatore Generale: carta geomorfologica in scala 1:5.000 (novembre 1989);
14. Comune di Ceranesi, Piano Regolatore Generale e PUC 2001: carta geomorfologica in scala 1:5.000 (settembre 1994);
15. Branucci G., Maifredi P., Nosengo S., *“Sintesi delle ricerche effettuate sui fenomeni franosi antichi di alcuni bacini liguri (T. Polcevera, T. Bisagno, T. Lavagna)”*, Geologia applicata e idrogeologia, Vol. XX - 2, 1983;
16. Branucci G., Canepa G., Maifredi P., Nosengo S., *“Le paleofrane della Val Bisagno (Liguria Centrale)”*, Geologia applicata e idrogeologia, Volume XVII, Bari, 1982;
17. Carrara A., D’Elia, Semenza, *“Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi”*, CNR -Progetto finalizzato alla conservazione del suolo - Sottoprogetto fenomeni franosi, Pubblic. n° 19, Geologia Applicata ed Idrogeologia, Vol. XX, 1982;
18. Catenacci V., *“Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990”*, paragrafo 1.1 - Liguria, ed. Servizio Geologico Nazionale;
19. Limoncelli B., *“Risultanze statistiche su alcuni eventi franosi e considerazioni sull’assetto dei versanti negli argilloscisti della Val Polcevera”*, secondo convegno nazionale sui problemi della geologia applicata”, 24-26 settembre 1971;
20. Manca P., *“Problemi idrogeologici della Val Verde”*, n. riferimento biblioteca DISTER 569;
21. Marini M., De Stefanis A., Terranova R., *“La frana di Molinetti nell’alta Val Polcevera e i dissesti geomorfologici e idrogeologici da essa provocati con riferimento alle alluvioni del 7-8 ottobre 1970”*, Giornale di Geologia, ser 3°, vol. 51/1, 1989, pp. 1-14, Bologna;
22. Nicchia P., *“Le trasformazioni geomorfologiche ed ambientali indotte dall’espansione della città di Genova negli ultimi soli verso la Val Polcevera”*, n. riferimento biblioteca DISTER 702;
23. Sacchini A., *“Indagini idrogeologiche in Val Polcevera: la valle del T. Geminiano e del Torbella”*, n. riferimento biblioteca DISTER 606;

24. Varnes D.J., *"Slope movement types an processes"*, Special Report 176 National Academy of Sciences, Washington, 1978;
25. Comune di Sant'Olcese, *"Relazione sui movimenti franosi nel territorio comunale"*, 21.3.69;
26. Comune di Sant'Olcese, *"Relazione sui movimenti franosi nel territorio comunale"*, 4.8.71;
27. Comune di Sant'Olcese, *"Relazione sui movimenti franosi nel territorio comunale, località Casanova"*, 4.9.71;
28. Comune di Sant'Olcese, *"Indagini geologiche per il consolidamento della sede viaria della strada 2 di Sant'Olcese"*;
29. Comune di Sant'Olcese, *"Relazione geologica inerente il movimento franoso a monte della strada Arvigo-Isola-Torrazza"*;
30. Comunità Montana Val Polcevera, *"Censimento dei fenomeni franosi in atto nel territorio della Comunità Montana Alta Val Polcevera a seguito degli eventi alluvionali del sett. '93"*, Ceranesi, 1994;
31. ENEA - Roma, *"Censimento delle frane storiche"*;
32. Provincia di Genova, *"Mappa degli eventi relativi al dissesto idrogeologico nel territorio provinciale (scala 1:25000)"*;
33. Provincia di Genova, *"Elenco delle situazioni di rischio presenti sulle strade provinciali in data 14.7.93"*.