



**PROVINCIA DI GENOVA**



## **TORRENTE VARENNA**



**PIANO DI BACINO  
STRALCIO  
PER LA TUTELA DAL  
RISCHIO IDROGEOLOGICO**  
(ai sensi dell'art. 1, comma 1, del D.L.  
180/1998 convertito in L. 267/1998)



## **RELAZIONE GENERALE**

*Approvato con D.C.P. n.7 del 13/03/2014*

<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Regolarità tecnica</b>	<b>Data</b>	<b>Ed.</b>	<b>Rev.</b>
Ufficio Pianificazione territoriale	Arch. Andrea Pasetti	Arch. Andrea Pasetti	13 marzo 2014	0	0

## INDICE

PREMESSE.....	1
1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO .....	5
1.1 Quadro istituzionale e normativo di riferimento.....	5
1.2 Dati utilizzati .....	8
2. CARATTERISTICHE DEL BACINO .....	9
2.1 Geografia .....	9
2.2 Geologia.....	10
2.3 Geomorfologia.....	12
2.3.1 Reticolo idrografico.....	14
2.3.2 Acclività .....	20
2.3.3 Esposizione dei versanti.....	22
2.3.4 Caratterizzazione delle coperture .....	23
2.3.5 Frane attive e franosità diffusa.....	24
2.3.6 Altri fenomeni gravitativi .....	29
2.3.7 Alluvioni e terrazzi fluviali.....	29
2.3.8 Aree in erosione.....	30
2.3.9 Cave.....	30
2.3.10 Riordino del Vincolo Idrogeologico.....	34
2.4 Idrogeologia.....	35
2.5 Uso del suolo .....	36
2.6 Descrizione della rete idrografica .....	47
2.7 Idrologia di piena.....	49
3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO.....	56
3.1 Premessa .....	56
3.2 Problematiche di tipo geomorfologico (Suscettività al dissesto dei versanti) .....	58
3.3 Problematiche di tipo idraulico (Verifiche idrauliche e Aree inondabili) .....	64
3.4 Principali criticità del bacino .....	69
3.5 Considerazioni sul trasporto solido.....	72
4. RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	74
4.1 Premessa .....	74
4.2 Determinazione del rischio idrogeologico .....	76
4.3 Carta del rischio idrogeologico.....	77

## 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. 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 idrogeologico*
- *situazione geologico - geomorfologica*
- *revisione dei vincoli*
- *definizione delle fasce di inondabilità*

Per la predisposizione del Piano di bacino stralcio del torrente Varenna, nella sua prima redazione da parte del Comitato Tecnico Provinciale approvata con D.C.R. n. 59/1999 e s.m.i., 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 il quadro conoscitivo completo ed organico su cui basare le scelte generali di politica di bacino in rapporto a tutte le azioni gestionali.

Successivamente il Comitato Tecnico 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, 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.

La scelta dell'Amministrazione Provinciale di attuare il percorso di formazione del Piano di Bacino del torrente Varenna attraverso stralci trova evidenti motivazioni nelle diverse, complesse ed articolate criticità che in bacini come questo, pur limitati sotto l'aspetto di estensione territoriale, presentano un'insieme di problemi fortemente intersecati per alcune significative connotazioni territoriali:

- *la dimensione modesta del bacino idrografico che gravita però su un contesto urbanizzato molto fitto*

- *la presenza di attività di cava che caratterizzano le condizioni di vivibilità e fruibilità del territorio del bacino*
- *un complesso di versanti che, anche se non urbanizzati, hanno subito intense modificazioni antropiche (attività estrattive, etc.) che comunque costituiscono un fattore di reazione e di risposta spesso artificiale od artificializzato alle sollecitazioni di tipo meteorologico*
- *un forte disordine per quel che attiene alcune infrastrutture, ubicate sopra od a distanza dal corso d'acqua non sufficiente a garantire un'adeguata sezione di deflusso*
- *una situazione di dissesto idrogeologico dei versanti molto accentuata sia per fenomeni franosi di notevoli dimensioni sia per la presenza, nella parte alta del bacino e nel sottobacino del rio Cantalupo, di diffuse erosioni e denudamenti del suolo*
- *una condizione "montana" a così breve distanza dalla foce che finisce per incidere negativamente, dati i modestissimi tempi di corrivazione, sul fenomeno di smaltimento complessivo delle elevate portate che si originano spesso, ormai con ricorrente frequenza, in rapporto a precipitazioni intense*
- *l'esistenza di alcune specifiche criticità idrauliche che sono elemento significativo della risposta del bacino in alcune situazioni puntuali, alle condizioni determinate da fenomeni meteorici particolarmente intensi.*

L'elaborazione del presente Piano di bacino stralcio adempie a quanto indicato nel DPR del 18/7/1995 "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 bacino del torrente Varenna è stata completata in epoca antecedente all'emanazione delle Raccomandazioni e dei criteri dell'Autorità di bacino regionale.

A seguito del contributo istruttorio espresso dal Comitato Tecnico di Bacino nella seduta del 30/05/2012 e trasmesso dall'Autorità di bacino regionale con nota n. PG/2012/88822 del 07/06/2012, si è provveduto ad una revisione complessiva 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 D.C.R. n. 59/1999, ai criteri approvati a partire dal 2001 da parte dell'Autorità di bacino regionale.

Il Piano di Bacino stralcio del torrente Varenna approvato con D.C.R. n. 59/1999 è stato redatto dal *Comitato Tecnico Provinciale* composto da: Ing. Paolo TIZZONI – *Presidente* - Dr. Marino TRIMBOLI - *esperto in materie geologiche* - Prof. Giulio SCARSI - *esperto in materia di ingegneria idraulica* - Dr. Ilda VAGGE - *esperta in discipline naturalistiche* - Dr. Mauro LOMBARDI - *Provincia di Genova* - Arch. Pierpaolo TOMIOLO - *Provincia di Genova* - Dr. Claudio CELLA – *C.M. Valli Aveto-Graveglia-Sturla* - Arch. Adriano BIAMONTI - *C.M. Argentea* - Geom. Mauro VIGO - *C.M. Alta Val Polcevera* - Geom. Sergio PIERGALLINI - *C.M. Alta Valtrebbia* - Geom. Angelo ALISMO - *C.M. Valle Stura* - Geom. Giovanni GARAVENTA - *C.M. Fontanabuona* - Dr. Pierluigi TIMOSSI - *C.M. Alta Valle Scrivia* - P.A. Aldo MASSA - *C.M. Val*

*Petronio* - Sig.ra Tiziana BRIZZI – *segreteria* - Ing. Stefano MASSONE - *Dirigente della Regione Liguria, senza diritto di voto.*

Gli studi propedeutici al Piano sono stati eseguiti dal Gruppo interdisciplinare composto da: Dott. Ing. Ernesto LA BARBERA - Dott. For. Umberto BRUSCHINI - Dott. Geol. Enrico PESENTI - Dott. Agr. Stefano PIROLI - Dott. Mauro TITA, *naturalista.*

Il Comitato è stato supportato dall'Ufficio Programmazione e Gestione Piani di Bacino dell'Area 06 dell'Amministrazione Provinciale, composto dal Dott. Aurelio GIUFFRE', dall'Arch. Clara STERLICK, coadiuvati a tempo parziale dall'Ing. Stefano CIANELLI, dall'Ing. Vincenzo BENEVENTANO, dal Geom. Fabrizio BRICHETTO e dal Geom. Adriano GANGEMI.

Hanno collaborato alla redazione del Piano la Dott.ssa Maria FERRANDO, Dott. Claudio FALCIONI e il Dott. Alessandro TOMASELLI, consulenti Geologi dell'Amministrazione Provinciale.

Per l'opera di validazione a campione degli studi propedeutici sono stati utilizzati i seguenti laureati e diplomati assunti a tempo determinato mediante lo strumento dei Cantieri Scuola-Lavoro: Naturalista Andrea BALDI, Geologo Lorenza CASALE, Ingegnere Domenico CHIAINO, Geometra Silvia CIBELLI, Architetto Anna COLOMBO, Geologo Paolo DI GIOVANNI, Forestale Stefano MORASSUTTI, Geometra Raffaele PALAGONIA.

Il presente Piano di Bacino stralcio è stato adeguato, integrato, aggiornato, completato ed omogeneizzato dall'Amministrazione Provinciale di Genova che si è avvalsa di:

A) Personale interno Ufficio Pianificazione di Bacino e Protezione Civile:

- Dott. Mauro LOMBARDI - Dott. Biol. Maria TRAVERSO
- Dott. Geol. Aurelio GIUFFRE' - Dott. Geol. Maria FERRANDO
- Dott. Paolo SPOTORNO- Dott. Ing. Paolo PERSICO

B) Collaboratori assunti a tempo determinato

Dott. Ing. Enrico POLLAROLO, Dott. Geol. Claudio DASSERETO, Dott. Biol. Chiara BELOTTI, Dott. For. Alessio PERCIVALE, Dott. Arch. Barbara GARRONE, Dott. Arch. Mariangela PERSANO, Geom. Elisa MARANGONI.

La presente edizione infine è stata aggiornata dall'Ufficio pianificazione territoriale con la supervisione del Direttore di Direzione.

## 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" 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 Dlgs. n. 152/2006 che ha rivisto le norme in materia ambientale.

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

### Riferimenti normativi attinenti la pianificazione di bacino

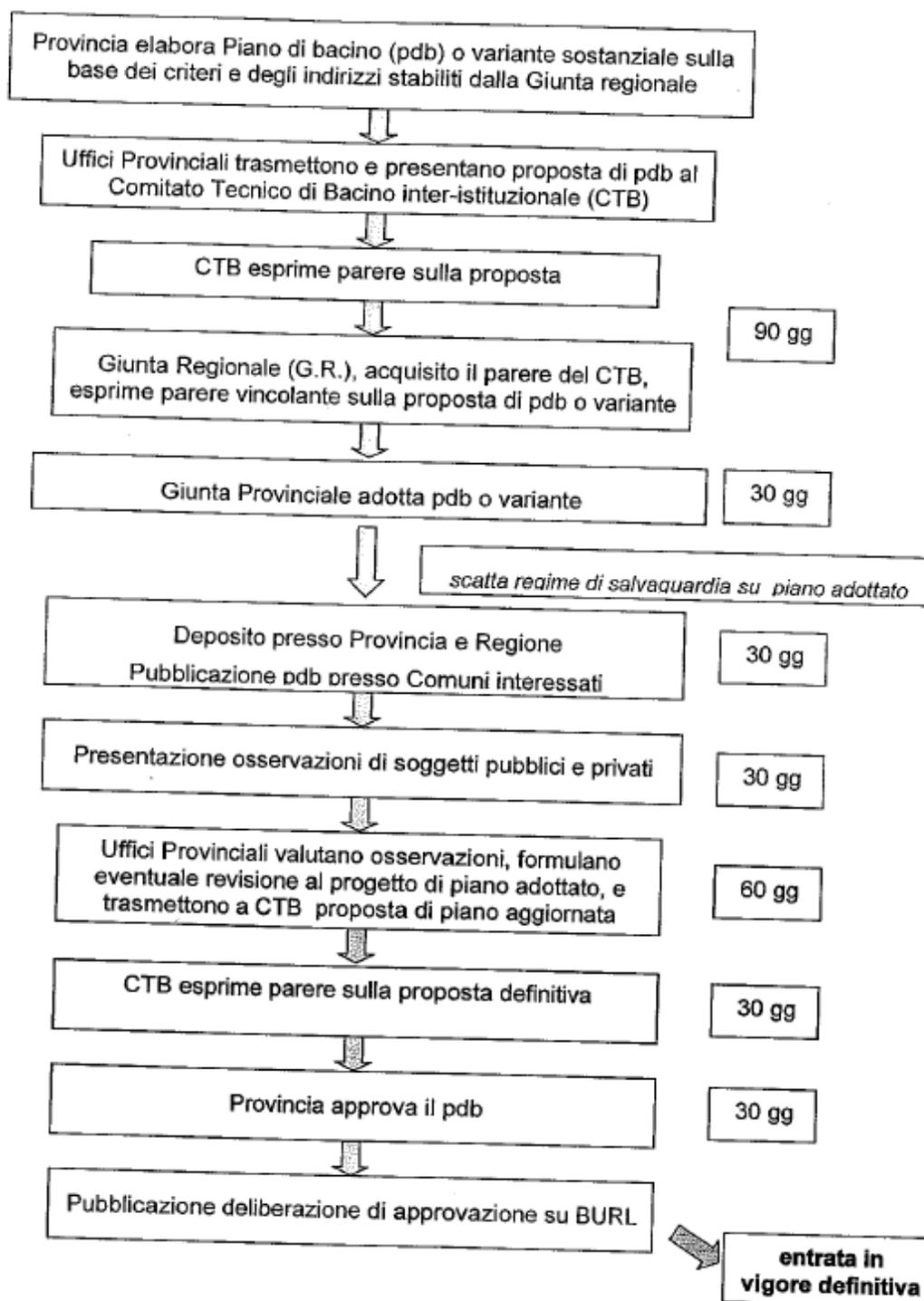
R.D. 523/1904	Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
D. lgs. lgt. 1019/1918	Modificazioni e aggiunte al D.L.Lgt. 4/10/1917 n. 1679, recante provvedimenti per opere pubbliche a favore di varie province del regno
R.D.L. 3267/1923	Riordinamento e riforma 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'rt. 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
Decreto legislativo 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 di rilievo regionale

Si fornisce di seguito il percorso per la formazione e l'approvazione dei piani di bacino così come previsti dalla legge regionale 4 dicembre 2009 n. 58.

L.R. 58 del 4/12/2010  
PROCEDURE PER FORMAZIONE E APPROVAZIONE PIANI DI BACINO

**PIANO DI BACINO E LORO VARIANTI SOSTANZIALI**

**Art. 9 e art. 10, c.4 della l.r. 58/2010**



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 D.C.R. n. 59/1999, 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, l'Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria, studi e progetti di Amministrazioni Pubbliche, Aziende e di privati 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 e vettoriale), che riporta il bacino nei fogli n. 213140, 213100, 213110, 213060 e 213070.

## 2. CARATTERISTICHE DEL BACINO

Lo studio è stato finalizzato all'individuazione dei lineamenti geolitologici, geomorfologici, idrogeologici ed idraulici del bacino del Torrente Varenna.

L'individuazione dei diversi fattori geologici, geomorfologici e dei parametri morfometrici è stata attuata riferendosi agli usuali standard di indagine geologica e geomorfologica.

In particolare, in una prima fase di analisi, si è svolta una ricerca documentale utilizzata quale base informativa. A ciò ha fatto seguito un'indagine diretta sul territorio effettuata sia mediante rilievi di campagna, sia utilizzando tecniche di telerilevamento su fotografie aeree. In questa fase sono stati individuati e descritti tutti quei fattori ritenuti rilevanti ai fini della valutazione delle condizioni di stabilità dei pendii ed acquisibili, ovvero cartografabili per aree vaste.

In particolare, i parametri rilevati in modo puntuale (per campione), ovvero tutti quegli elementi che presentano variazioni a scala locale, sono stati rappresentati su area vasta mediando il comportamento e cioè individuandone l'andamento prevalente.

Infine, in una terza fase operativa di lavoro, sono state effettuate le elaborazioni dei dati acquisiti finalizzate alla produzione delle sintesi finali.

La documentazione prodotta costituisce elemento base di conoscenza finalizzato alla programmazione di piccola e media scala (scala di bacino). Ogni applicazione dei risultati ottenuti ad areali più ristretti, ovvero a scala puntuale, attuata senza opportuni controlli e verifiche, potrà ingenerare valutazioni erronee non coerenti con la scala di riferimento.

### 2.1 Geografia

#### DATI GENERALI SUL BACINO

- ✓ *Superficie: 22 kmq*
- ✓ *Aree interessate: Comuni di Genova e Ceranesi*
- ✓ *Quota massima del bacino: 995 m s.l.m. - Monte Pennello*
- ✓ *Lunghezza asta principale: 11 km*
- ✓ *Pendenza media dei versanti: 40-60%*
- ✓ *Densità dei dissesti: circa 7 frane per km<sup>2</sup>*
- ✓ *Attività estrattive: una cava attiva*
- ✓ *Portata di piena T200: 374 mc/s*

Il bacino del T.Varenna sfocia nel Mar Ligure tra le località di Multedo e Pegli, nella zona del ponente genovese, in un tratto di costa non interessato dai limitrofi ambiti portuali ed è compreso tra la Val Polcevera a Nord e Nord-Est, il bacino del T. Stura a Nord-Ovest, il bacino del torrente Chiaravagna, e dei rii Molinassi e Rostan ad Est ed i bacini del torrente Leiro, Branega, S.Pietro e Rexello ad Ovest.

Si sviluppa in direzione Nord-Sud per circa 9 km, con una ampiezza massima in senso Est-Ovest di circa 4,5 km ed occupa una superficie di circa 22 kmq.

Il bacino ha una forma stretta ed allungata e presenta un'asimmetria del reticolo che evidenzia una maggiore ramificazione lungo il versante destro.

La parte montana del bacino raggiunge le quote massime, sul versante destro, lungo il crinale Monte Pennello - Monte Foscallo - Monte Prorato.

L'ambiente vallivo è di grande pregio sia per valori naturalistici (geologici, idrici, vegetazionali e faunistici) sia per valori insediativi (ambiente di villa del nucleo di Granara, antiche cartiere e mulini) e infrastrutturali (viadotti della linea ferroviaria Genova-Ovada, ponti stradali in pietra).

Le più antiche attività vallive sono rappresentate dalle cartiere - nella frazione Carpenara esistono edifici di origine sei-settecentesca mentre a Chiesino ha recentemente interrotto l'attività la cartiera Ghigliotti, impiantata nel 1845 - e dai mulini, di cui solo uno è ancora in attività, nella frazione Novagette.

Queste attività sono state favorite dalla ricchezza di acqua presente nella valle, per cui, contemporaneamente alla crescita, nel Ponente genovese, del nucleo industriale di Voltri, già alla fine del settecento si svilupparono nelle valli del Leiro, del Cerusa e del Varenna le cartiere, con gli edifici e l'insieme delle opere idrauliche ad essi funzionali, di cui rimane in Val Varenna una rete di canali a tutt'oggi meritevoli di recupero.

Un altro elemento fondamentale della struttura insediativa è costituito dalle ville, che comprendevano sia la parte produttiva agricola del podere che la residenza per la villeggiatura, secondo un modello tipicamente genovese di cui rimane testimonianza in particolare nella villa di Granara.

Ma all'interno del bacino vi sono anche situazioni degradate a causa dell'intensa urbanizzazione e delle infrastrutture del tratto focivo, per il forte impatto delle attività estrattive e per i problemi connessi con i servizi di produzione di energia.

Sinteticamente si può affermare che il bacino presenta una *zona montana* con versanti caratterizzati da problemi di instabilità puntuali e di erosione diffusa ed accelerata e di carattere idraulico localizzati, una *zona mediana* con versanti che, per le proprie caratteristiche geologiche e geomorfologiche, denotano movimenti franosi di vaste dimensioni, una *zona più valliva* con problemi di criticità idrauliche e di movimenti franosi di dimensioni più ridotte.

## 2.2 Geologia

Relativamente agli aspetti strettamente geologici del bacino del t. Varenna, 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 tettonometamorfa Figogna
-  Unità tettonometamorfa Cravasco-Voltaggio
-  Unità tettonometamorfa Palmaro-Caffarella

✚ Unità tettonometamorica Voltri.

Alle Unità di crosta oceanica sono state associate unità le cui caratteristiche litologiche suggeriscono derivazione da un margine continentale, rappresentate da

✚ Unità Gazzo-Isoverde

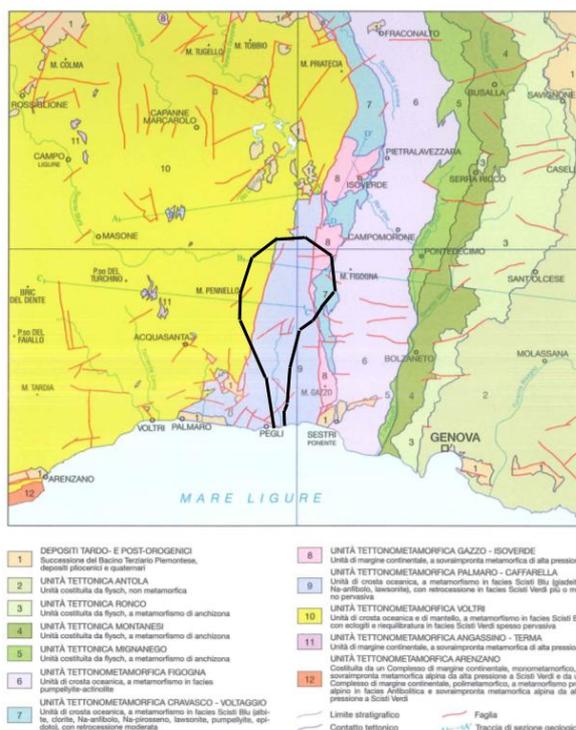
✚ Unità Angassino-Terma

Nel bacino del t. Varena è rappresentata in particolare l'Unità tettonometamorica Palmaro-Caffarella.

Serpentinocisti antigoritici del Bric del Dente e lembi di peridotiti lherzolitiche del Monte Tobbio dell'Unità tettonometamorica Voltri sono localizzate nella parte più occidentale del bacino, mentre nella parte nord orientale predominano le dolomie di Monte Gazzo ed i calcari di Gallaneto (Unità Gazzo-Isoverde) e gli scisti filladici del Monte Larvego (Unità Crvasco-Voltaggio).

Per semplificazione, viene riportato lo schema tettonico allegato alle cartografie del progetto CARG sul quale è stato ubicato, in forma approssimata, il bacino del Varena.

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
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 Varena + Metabasiti di Rossiglione + Metabasalti di Crvasco
Metagabbri	Bric Fagaggia + Metagabbri di Carpenara + Metagabbri eclogitici della Colma + Metagabbri di Gheri + Metagabbri di Rocca Crescione + Metagabbri di Monte Lecco
Serpentiniti	Serpentiniti di S. Carlo Cese + Serpentinocisti antigoritici del Bric del Dente + Serpentiniti di Case Bardane
Lherzoliti-peridotiti	Peridotiti lherzolitiche del monte Tobbio
Brecce	Brecce della Costa di Cravara + Metaofalciti di Pietralavezzara
Conglomerati	Formazione di Molare + Conglomerati di Savignone
Calcari 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
Calcari	Calcari di Voltaggio + Calcari di Lencisa + Calcari 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.

## 2.3 Geomorfologia

La Val Varenna presenta un profilo trasversale fortemente asimmetrico, con il versante occidentale più esteso ed il versante orientale caratterizzato da una morfologia giovanile con pendii ripidi.

Fattori discriminanti della conformazione del bacino, che si sviluppa lungo una direttrice Nord-Sud ed ha chiusura ad imbuto verso il mare, risultano i caratteri fisici e strutturali con i quali si presentano le litologie prevalenti.

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

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

Nella zona di testata del bacino, tra quota 600 e quota 995 m s.l.m., prevale normalmente l'attività erosiva del torrente e dei suoi principali tributari, che costituiscono il reticolo di origine; nella parte medio-alta, tra quota 600 e quota 200 m s.l.m., da Camposilvano a Carpenara, e nella parte bassa, a partire dai Tre Ponti fino alla foce, il torrente Varenna mostra una prevalente attività di deposito di modeste coperture alluvionali da prevalentemente ghiaiose nella parte medio-alta, a prevalentemente sabbiose nella parte bassa vicino alla foce, in un alveo con lieve pendenza.

Nel tratto intermedio, per contro, si ha accentuazione immediata della pendenza con restringimento della valle, che localmente assume l'aspetto di una "Forra", con formazione di numerose anse profonde (Carpenara, loc. Bric. Bardenco, Chiesino, Granara), le quali presentano alveo in roccia, sponde in erosione e assenza di materiali sciolti alluvionali, caratteri che si osservano in un tratto di torrente in cui prevale l'azione di trasporto e di erosione e dove il deposito è scarso o del tutto assente. Nel tratto terminale la pendenza si riduce alquanto e riprende la deposizione di coperture alluvionali la cui potenza è in costante aumento in direzione della piana terminale.

La geometria dell'idrografia superficiale è stata influenzata dalla tettonica e dalla neotettonica determinando l'impostazione dei vari corsi d'acqua.

La rete idrografica è rappresentata da un modello misto, in prevalenza angoloso-ortogonale nel settore medio-superiore (dalla zona di testata alla località di Carpenara) e parallelo nel settore medio-inferiore, secondo lo studio di Brancucci & Marini (1990). Essa deriva in misura varia dall'assetto tettonico generale che è costituito da un reticolo a maglie di

lineamenti N-S e E-W. Sono evidenti gli sviluppi E-W dei tributari della parte medio-alta della valle, disposti su dislocazioni di estensione plurichilometrica (torrente del Grillo e rio Gandolfi), ed anche le loro frequenti deviazioni in direzione N-S. A valle di Carpenara, l'asta principale e i tributari mantengono una direzione parallela N-S con locali deviazioni in direzione E-W.

L'analisi planimetrica della rete idrografica mostra chiaramente che nel bacino esiste una differente gerarchizzazione dei rivi tra il versante orientale ed il versante occidentale. Infatti, dal versante occidentale giungono al torrente Varenna tre importanti affluenti, il rio Gambaro, il rio Gandolfi ed il torrente Grillo con rispettivi sottobacini ben sviluppati ed impostati prevalentemente su rocce serpentinitiche. Lungo il loro percorso si osservano evidenti indizi di ringiovanimento del reticolo con successive incisioni dei vari livelli di base; in particolare lungo il rio Gandolfi sono visibili in più punti caldaie di erosione, meandri incassati, rotture altimetriche del profilo longitudinale con formazioni di laghetti e cascatelle di notevole pregio geo-ambientale e naturalistico.

I sottobacini del versante orientale sono invece di dimensioni trascurabili, poco articolati, spesso asciutti; gli unici discretamente sviluppati, ma comunque non paragonabili ai sottobacini del versante occidentale, sono quelli del rio delle Une, del rio Lavinio e del rio dei Corvi, tutti impostati su serpentiniti.

Il profilo longitudinale dell'asta principale ha una forma complessivamente concava, presentando un andamento in direzione da mare a monte del seguente tipo : 0-5 km concavo con pendenza media (P) di circa 0.035; 5-9 km convesso con (P) pari a circa 0.050, dai 9 km verso la testata concavo con (P) uguale circa a 0.155.

Anche il profilo longitudinale del maggiore tributario di destra, il rio Cantalupo -T. Gambaro, ha una forma peculiare. Esso mostra infatti un tratto centrale fortemente concavo compreso fra due tratti fortemente convessi. Il primo di essi è ad oltre 900 m di quota s.l.m., dove il corso d'acqua si imposta su una porzione di superficie sommitale (o pianalto secondo Rovereto "Trattato di geologia morfologica", Hoepli, 1923) con blande pendenze; il secondo è presente in corrispondenza alla confluenza con il torrente Varenna. Le pendenze medie sono: 2° - 3° km (P) = 0.03 circa; 3° - 6° km (P) = 0.20 circa; dal 6° km verso la testata (P) = 0.30 circa.

In entrambi i profili, nei tratti convessi, si riconoscono varie irregolarità in corrispondenza delle quali si osserva una attiva erosione dell'alveo. Infatti, il profilo del torrente Varenna mostra in particolar modo l'esistenza di numerosi gradini, di cui i più evidenti si rilevano presso la confluenza del rio Gandolfi e all'altezza di Carpenara, coincidenti con importanti lineamenti E-W a presumibile rigetto meridionale.

Percorsi abbandonati si trovano nel rio Vaccarezza, nei pressi dell'omonimo abitato, e sono riconoscibili in almeno due punti dell'alveo del torrente Varenna, in località già segnalate da Rovereto in "Geomorfologia delle valli liguri", Atti R. Univ. Genova, (1904). Il primo si trova poco a Sud di San Carlo, presso la confluenza con il rio Gandolfi., sotto forma di un meandro incassato sviluppato poco meno di 1 km. Il secondo si trova poco a sud di Carpenara ed è rappresentato da una profonda sella che interrompe lo spartiacque fra il torrente Varenna ed il tributario di destra rio Cantalupo. In quest'ultimo tratto i due percorsi si avvicinano a non più di 350 m e sono separati da un dislivello di ben 70 m, prima di confluire a valle dopo circa 2,5 km. di percorso parallelo (Brancucci & Marini, 1990).

Ancora secondo Brancucci & Marini la differenziazione della rete idrografica nei due settori angoloso-ortogonale e parallelo ha una corrispondenza con la transizione del profilo longitudinale dalla porzione più alta concava-convessa a quella inferiore concava; la

transizione avviene presso la località Carpenara circa a metà della asta principale e sarebbe stata influenzata dalla tettonica terziaria e dalla neotettonica.

Il tratto di rete angolosa-ortogonale corrisponde alla porzione di bacino nella quale sono ancora evidenti gli effetti delle dislocazioni dirette E-W, non ancora compensati dall'erosione, che conserva in gran parte le regolazioni indotte dai fattori neotettonici, le quali sono rappresentate da lineamenti E-W contrapposti a quelli N-S indotti dall'ultima fase compressiva Terziaria.

Il settore di rete parallela a profilo concavo rappresenta la porzione di bacino nella quale gli effetti dell'attività neotettonica risultano ormai compensati e superati dall'erosione; l'ulteriore approfondimento della valle è avvenuto subendo in modo passivo l'assetto geologico-strutturale Terziario e senza l'intervento attivo dei fattori neotettonici.

Sempre secondo Brancucci & Marini tali ipotesi sarebbero confermate dalla presenza dei percorsi abbandonati, descritti in precedenza, entrambi diretti E-W, nonché dal tratto E-W del T. Varenna posto poco a valle dell'abitato di Chiesino, evidentemente ereditati da precedenti percorsi controllati invece dalla neotettonica.

Altre strutture geomorfologiche sono state evidenziate lungo i due versanti da Rovereto, nel lavoro citato del 1904 e più recentemente, da Brancucci e Marini; tra queste:

- Spianate sommitali o pianalti del Massiccio di Voltri - sono dette anche glacis d'erosione, in roccia nel caso specifico, e rappresentano piani debolmente inclinati, frutto di un arretramento parallelo dei versanti, verso Nord nel nostro caso, senza accumulo di detrito al piede e mantenendo all'incirca la stessa inclinazione. Sono presenti in Val Varenna al limite Nordovest del bacino, al confine e lungo lo spartiacque con la Valle Stura (allineamento M. Prorato - M. Foscallo - M. Pennello ) ad una quota media compresa tra 850 e 950 m.
- Terrazzi di abrasione marina - sono presenti, con spianate approssimativamente orizzontali e pensili affacciate sulla costa, almeno tre ordini riconosciuti, tra le quote 110 e 125 m (II ordine), 50-70 m (I ordine) e 125 m (III ordine) sia ad Ovest, in numero maggiore, che ad Est della foce del T. Varenna. Sono presenti in prossimità della foce del torrente Varenna, due ampi terrazzi marini, disposti in maniera simmetrica rispetto all'asta fluviale. Si tratta di fenomeni riconducibili alle variazioni del livello marino verificatesi nel Quaternario o anche ad attività tettoniche più recenti, correlabili con altri terrazzi presenti nel Ponente Ligure.
- Terrazzi fluviali - sono più inclinati, verso mare o verso l'alveo, dei precedenti e dislocati, più o meno in maniera omogenea, per quasi tutto lo sviluppo dell'asta fluviale principale. Sono presenti in particolare nella parte medio-alta della valle, a quote non superiori a 50- 60 m sull'alveo attuale, mentre a Sud di Carpenara sono stati individuati dagli autori citati terrazzi più elevati, "fino a 150-200 m sull'alveo attuale".

La divergenza degli allineamenti di terrazzi e la correlazione con le superfici di abrasione marina hanno portato a distinguere più livelli di erosione regressiva sempre rinnovati ma mai giunti al completo riequilibrio, come dimostra anche il profilo ancora notevolmente convesso della porzione valliva medio-alta.

### 2.3.1 Reticolo idrografico

Ai fini di predisporre uno strumento utile alla pianificazione di bacino, si riporta, di seguito, la gerarchizzazione del reticolo idrografico del torrente Varenna, ottenuta applicando lo schema di Horton rivisitato da Strahler (1957). Essa, seppure non direttamente utilizzata nei

seguenti 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.

Si sono quindi definiti i seguenti parametri:

rapporto di biforcazione  $R_b$        $R_b = \frac{N_n}{N_{n+1}}$

in cui  $N_n$  rappresenta il numero dei rami di ordine n (analogamente  $N_{n+1}$ );

rapporto delle lunghezze  $R_L$        $R_L = \frac{\langle L_n \rangle}{\langle L_{n-1} \rangle}$

in cui  $\langle L_n \rangle$  rappresenta la lunghezza media dei rami ordine n (analogamente  $\langle L_{n+1} \rangle$ );

rapporto delle aree  $R_A$        $R_A = \frac{\langle A_n \rangle}{\langle A_{n-1} \rangle}$

in cui  $\langle A_n \rangle$  rappresenta l'area dei bacini sottesi dai rami ordine n (analogamente  $\langle A_{n+1} \rangle$ ).

Il rapporto di biforcazione  $R_b$  indica il grado di organizzazione gerarchica di un bacino idrografico; nel caso in cui il bacino sia caratterizzato da uguali condizioni climatiche, stessi tipi di rocce e stesso stadio di evoluzione, il rapporto di biforcazione tende ad assumere un valore costante compreso fra 3 e 5.

Il minimo teorico, difficilmente determinabile in casi reali, è 2, a cui corrisponde il massimo grado di organizzazione gerarchica. Al contrario, valori superiori a 5, generalmente si riscontrano solo in corrispondenza di terreni impermeabili od in zone nelle quali la tettonica è particolarmente attiva.

Sono di seguito esposti i valori del parametro  $R_b$ , calcolati per il bacino del torrente Varenna e per i suoi affluenti principali.

Rio del Grillo									
u	I		II		III		IV		V
$N_u$	65		14		4		2		1
$R_b$		4.64		3.50		2		2	
$R_{b\text{medio}} = 3.03$									

Rio Gandolfi									
u	I		II		III		IV		V
<b>N<sub>u</sub></b>	54		14		4		1		/
<b>R<sub>b</sub></b>		3.86		3.50		4		/	
<b>R<sub>b</sub>medio = 3.78</b>									

Rio Cantalupo									
u	I		II		III		IV		V
<b>N<sub>u</sub></b>	64		13		3		1		/
<b>R<sub>b</sub></b>		4.92		4.33		3		/	
<b>R<sub>b</sub>medio = 4.08</b>									

Torrente Varena									
u	I		II		III		IV		V
<b>N<sub>u</sub></b>	335		74		17		5		1
<b>R<sub>b</sub></b>		3.86		3.50		4		/	
<b>R<sub>b</sub>medio = 4.32</b>									

Dall'osservazione delle tabelle emerge che per quanto riguarda i rivi Grillo e Gandolfi, entrambi impostati sulle serpentiniti, la differenza tra i rapporti di biforcazione è piuttosto contenuta, mentre il rio Cantalupo presenta un  $R_b$  più alto in funzione della presenza anche di calcescisti, a diversa erodibilità rispetto alle serpentiniti, ed il T. Varena a sua volta assorbe tutte le variazioni litologico-strutturali, da cui un ulteriore aumento di  $R_b$ . Sono stati di seguito calcolati i rapporti delle lunghezze, per il T. Varena e per i suoi principali affluenti:

Rio del Grillo					
U	I	II	III	IV	V
<b>N<sub>u</sub></b>	65	14	4	2	1
<b>L<sub>u</sub></b>	0.16	0.18	0.17	0.25	1.5

Rio Gandolfi					
U	I	II	III	IV	V
<b>N<sub>u</sub></b>	54	14	4	1	/
<b>L<sub>u</sub></b>	0.18	0.25	0.4	1.60	/

<b>Rio Cantalupo</b>					
U	I	II	III	IV	V
<b>N<sub>u</sub></b>	64	13	3	1	/
<b>L<sub>u</sub></b>	0.16	0.39	0.36	3.00	/

<b>Torrente Varenna</b>					
U	I	II	III	IV	V
<b>N<sub>u</sub></b>	335	74	17	5	1
<b>L<sub>u</sub></b>	0.17	0.24	0.43	1.53	9.50

<b>R<sub>L</sub></b>	R <sub>L</sub> 1-2	R <sub>L</sub> 2-3	R <sub>L</sub> 3-4	R <sub>L</sub> 4-5
<b>R. Grillo</b>	1.12	0.94	1.47	6.00
<b>R. Gandolfi</b>	1.39	1.60	4.00	/
<b>R. Cantalupo</b>	2.43	0.92	8.33	/
<b>T. Varenna</b>	1.41	2.05	3.56	6.02

Per quanto riguarda la lunghezza dei corsi d'acqua, dai risultati si evince che il rapporto delle lunghezze, che nella norma dovrebbe essere approssimativamente costante e tendere ad un valore prossimo a 3, è reso variabile dai fattori litologici-strutturali e dal grado di alterazione chimica e degradazione meccanica che discende dai fattori precedenti, anche in relazione al regime locale delle precipitazioni.

Per quel che riguarda i rapporti delle aree, si ha

<b>Rio del Grillo</b>					
U	I	II	III	IV	V
<b>A<sub>u</sub></b>	0.022	0.160	0.616	1.337	3.060
<b>R<sub>a</sub></b>	7.27	3.85	2.17	2.29	

<b>Rio Gandolfi</b>					
U	I	II	III	IV	V
<b>A<sub>u</sub></b>	0.018	0.129	0.573	2.780	/
<b>R<sub>a</sub></b>	7.17	4.44	4.85	/	

<b>Rio Cantalupo</b>					
U	I	II	III	IV	V
<b>A<sub>u</sub></b>	0.021	0.242	1.173	4.550	/
<b>R<sub>a</sub></b>	11.52	4.85	3.88	/	

Torrente Varenna					
U	I	II	III	IV	V
$A_u$	0.023	0.175	0.950	3.646	21.84
$R_a$	7.61	5.43	3.84	5.99	

### Densità della rete idrografica

Si è valutata, infine, la densità di drenaggio del bacino  $D$  [ $\text{km}/\text{km}^2$ ], espressa come

$$D = \frac{Z}{A}$$

in cui  $Z$  rappresenta la lunghezza totale del reticolo idrografico, misurata in km, e  $A$  rappresenta l'area totale del bacino in  $\text{km}^2$ ;

<b>Rio Gandolfi:</b>	<b><math>D = 16.42 / 2.70</math></b>	<b><math>= 6.08 \text{ km} / \text{km}^2</math></b>
<b>Rio del Grillo:</b>	<b><math>D = 15.60 / 2.73</math></b>	<b><math>= 5.74 \text{ km} / \text{km}^2</math></b>
<b>Torrente Varenna:</b>	<b><math>D = 99.17 / 22.44</math></b>	<b><math>= 4.42 \text{ km} / \text{km}^2</math></b>
<b>Rio Cantalupo:</b>	<b><math>D = 19.29 / 4.93</math></b>	<b><math>= 3.91 \text{ km} / \text{km}^2</math></b>

I fattori che più influenzano la densità della rete idrografica sono:

- *il tipo di roccia, che dà origine a reticoli idrografici molto differenti a seconda che sia dura o tenera e quindi resistente o meno all'erosione;*
- *la permeabilità, che favorisce il ruscellamento superficiale, se è bassa, o l'infiltrazione idrica, se è alta, e pertanto diminuisce o incrementa la densità di drenaggio;*
- *la copertura vegetale, che ostacola, qualora presente, o favorisce, se assente, l'erosione del terreno.*

Le densità di drenaggio del rio Gandolfi e del rio Grillo, leggermente superiori a quelle del torrente Varenna e del rio Cantalupo, corrispondono a bacini con valori di  $D$  medio-bassi e con reticolo idrografico oscillante tra grossolano e mediamente definito.

Il torrente Varenna ed il rio Cantalupo, rappresentano bacini con  $D$  relativamente basso e reticolo idrografico piuttosto grossolano.

Considerando i diversi fattori che influenzano la densità di drenaggio, si può attribuire il maggiore valore di  $D$ , relativo ai sottobacini Gandolfi e Grillo, alla presenza sulle porzioni sommitali dei versanti di roccia completamente denudata, fatto dovuto, oltre che alla quota (superiore a 900 m s.l.m.) e all'esposizione, anche alla composizione della roccia serpentinitica di substrato.

La presenza di una effettiva copertura vegetale costituita da boschi e/o prati avrebbe limitato i processi di franosità diffusa lungo i versanti e di erosione intensa incanalata, processo con cui si creano nuovi piccoli rami elementari che vanno ad incrementare la densità di drenaggio del sottobacino. *La litologia, come fattore più importante, ha influenzato in modo abbastanza omogeneo il processo di erosione fluviale sull'intero bacino che è impostato prevalentemente su rocce serpentinitiche, e per questo motivo, pur ottenendo dei valori differenti di  $D$ , non si evidenziano delle marcate differenze di forma dei*

reticoli appartenenti ai vari sottobacini, differenze che sono invece molto evidenti nei casi in cui la rete idrografica è impostata su rocce a diverso grado di erodibilità.

### Considerazioni conclusive sull'analisi morfometrica

Dallo studio del profilo longitudinale dei corsi d'acqua, dalla densità della rete idrografica e da osservazioni dirette sul terreno è stato possibile definire le caratteristiche idrografiche del bacino del torrente Varenna.

Il litotipo prevalente su tutto il bacino è la serpentinite, appartenente alle Unità tettonometamorfiche Palmaro - Caffarella e Voltri ed all'Unità Cravasco - Voltaggio.

Questo litotipo scistoso, quasi sempre altamente fratturato, è facilmente aggredibile dagli agenti atmosferici che favoriscono l'alterazione fisica, con variazione di volume della roccia dovuto a rigonfiamento, dilatazione e compressione per sbalzi termici, allargamento delle fessure e degli interstizi delle rocce da cui deriva una facile alterabilità e quindi una scarsa resistenza delle serpentiniti all'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

L'attuale forma della rete idrografica è senza dubbio dovuta all'adattamento in misura varia della stessa rete all'assetto tettonico generale: i lineamenti principali sono diretti Nord - Sud ed Est - Ovest e, come segnalato in precedenza, la distribuzione delle aste principali dei torrenti tributari maggiori sono impostate su dislocazioni di estensione plurichilometrica (es. rio Grillo e rio Gandolfi).

Il controllo strutturale della rete idrografica, come evidenziato da BRANCUCCI & MARINI, 1990, può anche essere messo in luce dall'analisi del profilo longitudinale dell'asta principale e del suo principale tributario di destra il Rio Cantalupo: si riconoscono in entrambi i profili, nei tratti convessi, varie irregolarità in corrispondenza delle quali l'erosione è più attiva ed in particolare si nota l'esistenza di numerosi gradini coincidenti con lineamenti importanti Est - Ovest aventi rigetto meridionale.

I profili longitudinali di entrambi i corsi d'acqua presentano un andamento irregolare, discostandosi in alcuni tratti dal profilo di equilibrio longitudinale.

A tutto ciò si aggiungono le irregolarità in alveo dovute alla differente resistenza all'erosione delle rocce, a sua volta causata da diversa litologia o da caratteristiche strutturali dissimili, come risulta dall'osservazione diretta dei letti dei torrenti che evidenzia, in corrispondenza dei tratti convessi del profilo longitudinale, affioramenti rocciosi in posto (condizione dinamica erosiva) mentre nei vicini segmenti concavi si ha una normale coltre alluvionale.

Esaminando invece l'ordine gerarchico e la lunghezza dei corsi d'acqua nonché le aree dei bacini, è stata evidenziata la variabilità morfologica dei reticoli idrografici del torrente Varenna e dei suoi principali affluenti, che può essere rappresentata nella seguente scala di variabilità morfologica - litologica crescente: *GANDOLFI - VARENNA - CANTALUPO - GRILLO*

Il reticolo idrografico del rio Gandolfi è quindi caratterizzato nel complesso dalla morfologia più omogenea, mentre il rio Grillo presenta una grande variabilità morfologica da imputare in prevalenza allo stato di notevole alterazione del substrato serpentinitico, alla discontinuità della copertura vegetale, (nella zona di testata completamente assente) alla elevata pendenza dei versanti, tutti fattori importanti che incrementano i processi di erosione fluviale, e, non ultima, alla tettonica.

La tabella sottostante riassume i principali valori ottenuti dall'analisi morfometrica del bacino Varenna e dei suoi principali sottobacini:

	<b>u</b>	<b>R<sub>b</sub> medio</b>	<b>L<sub>uc</sub></b>	<b>A<sub>u</sub></b>	<b>D</b>
<b>Rio Gandolfi</b>	4	3.78	2.43	2.70	6.08
<b>T. Varenna</b>	5	4.32	11.87	22.44	5.71
<b>Rio Cantalupo</b>	4	4.08	3.91	4.93	4.42
<b>Rio Grillo</b>	5	3.03	2.26	2.73	3.91

### 2.3.2 Acclività

Nell'ambito delle cartografie di base si è ritenuto utile inserire 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 la più completa possibile delle cause che li hanno generati.

Il bacino del torrente Varenna si sviluppa sul territorio da una quota minima pari al livello del mare, in corrispondenza dell'abitato di Pegli, fino a raggiungere la quota massima di 995 m. s.l.m. in corrispondenza della vetta di M. Pennello; è da rilevare che la linea di crinale che delimita il versante destro del bacino si sviluppa su quote medie di circa 900 m. s.l.m., collegando le vette di M. Cuccio (m. 993 s.l.m.), M. Pennello, M. Foscallo (m. 987 s.l.m.) e M. Proratado (m. 926 s.l.m.).

A partire dalla testata del bacino, sopra l'abitato di Vaccarezza, la quota media del crinale tende a diminuire, portandosi progressivamente a quote medie intorno ai 600 m. s.l.m. delle località Lencisa, Osteria dello Zuccherò, Fossa Luea e Bric Riondo, poste sullo spartiacque Varenna-Polcevera, sul versante sinistro del bacino.

Ad un primo ed immediato esame di una planimetria del bacino e dell'asta principale del T. Varenna, risulta evidente l'asimmetria della distribuzione del territorio tra versante destro (che rappresenta la quota prevalente di superficie del bacino) e versante sinistro, dove la superficie del bacino risulta decisamente inferiore.

Pertanto, mentre la notevole quota del crinale destro determina condizioni di acclività media dei versanti sottostanti, in funzione dell'ampia superficie sottesa e della distanza dall'asta principale del T. Varenna, nel versante sinistro, a fronte di una quota media inferiore, si riscontrano valori di acclività generalmente più elevati. Soprattutto nel tratto mediano del bacino si riscontrano le maggiori differenze, considerando che, a titolo di esempio, nel tratto di asta compreso tra le loc. Edifizi Nuovi e Ponte di Gian il crinale destro è posto a distanze comprese tra 1.500 e 3.000 m. dal torrente (misurate sul piano orizzontale), mentre nello stesso tratto il crinale sinistro è posto a distanze comprese tra 500 e 900 m..

Sempre in termini generali, si può dire che tali differenze si presentano più limitate sia nell'alto bacino, sia, soprattutto, nel tratto finale e focivo del T. Varenna.

Le considerazioni espresse, molto generali e riferibili al bacino nel suo complesso, saranno successivamente riprese nella valutazione degli aspetti di uso del suolo del territorio, soprattutto in relazione alla sua funzionalità idrogeologica.

Per poter esprimere valutazioni di maggiore dettaglio è stato necessario redigere la Carta dell'acclività, per la quale è stata utilizzata la cartografia redatta da Regione Liguria nel 2001, al fine di uniformare la metodologia di studio in tutti gli ambiti territoriali della Provincia di Genova.

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

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

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

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

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

Rispetto alle classi di pendenza sopra indicate su un'area di circa 22 km<sup>2</sup> (area del bacino idrografico) il 72% ricade nelle classi 4 e 5 mentre la classe 3 occupa circa il 14% dell'area di riferimento.

Le classi 1 e 2 occupano, invece, circa il 6% dell'area di riferimento, la classe 6 il 7%, mentre la classe 7 occupa solo circa 0.1%.

La seguente tabella riporta in maniera più dettagliata le percentuali ottenute in funzione delle superfici che ricadono nelle classi di acclività, calcolate automaticamente utilizzando il modello di cui sopra:

CLASSE DI ACCLIVITA'	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	PERCENTUALE
1	0.42	1.94%
2	0.93	4.26%
3	3.13	14.31%
4	5.27	24.12%
5	10.51	48.10%
6	1.57	7.16%
7	0.10	0.47%
	<b>SUPERFICIE TOTALE 21.86</b>	

Sintetiche indicazioni sulla distribuzione delle diverse classi nell'ambito del bacino possono essere così definite:

**classi 1 e 2:**

*le superfici con pendenza inferiore al 20% sono localizzate prevalentemente nella zona fociva (abitato di Pegli) e nel fondovalle dell'asta principale, limitatamente ai tratti urbanizzati e nelle poche zone di espansione naturale. Anche sui versanti si ritrovano superfici in corrispondenza del crinale occidentale (M. Pennello-M. Foscallo) e dell'alto bacino del Rio Cantalupo, oltre ad alcune piccole superfici in piano dovute ad interventi antropici (piazzali di cava, ecc.). Si evidenzia che nel versante sinistro sono pressoché assenti superfici di classe*

**classi 3 e 4:**

*interessa prevalentemente i crinali e le zone di alto versante, identificabili, partendo da monte ed in ambiti significativi, nelle aree soprastanti l'abitato di Vaccarezza, nello spartiacque tra i bacini del Rio*

*Vaccarezza e Rio del Grillo, la zona di Lencisa, le zone cacuminali di M. Foscallo e M. Pennello, il medio-basso versante destro tra S. Carlo, Carpenara ed Edifizi Nuovi, le zone di Menegasse, Granara in versante sinistro ed il versante destro tra Tre Ponti e l'abitato di Pegli. In questi ultimi due casi, oltre a parecchie aree di limitata superficie, ci troviamo in presenza di terrazzamenti e coltivi*

**classe 5:**

*è la classe più rappresentata, occupando superfici molto ampie sia sul versante destro che su quello sinistro, soprattutto nella parte alta del bacino. Nel versante sinistro rappresenta la classe largamente prevalente, lungo tutto lo sviluppo del T.Varenna; su questo versante la presenza delle altre classi risulta spesso dovuta a variazioni correlabili con situazioni morfologiche localizzate, sia per situazioni antropizzate che naturali*

**classe 6:**

*si tratta di una classe discretamente rappresentata su tutto il bacino, spesso in aree di superficie limitata, ad esclusione di zone significative con superfici superiori al valore di 10 ha individuate nelle zone mediane del bacino del Rio del Grillo ed in tutto il bacino del Rio Gandolfi, sulle pendici di M.Pennello e sul bacino del Rio Cantalupo. Nel versante sinistro del T. Varenna le aree più significative sono localizzate in prossimità di Bric dell'Omo, nel bacino del rio del Fondo ed a valle di Novagette*

**classe 7:**

*non interessa superfici consistenti ma è rappresentata da piccole aree distribuite su tutto il bacino, localizzate in presenza di zone a roccia affiorante e/o subaffiorante subverticali. Sui versanti, la loro limitata superficie non influenza significativamente le caratteristiche morfologiche e funzionali del territorio (salvo singoli casi localizzati), ma risulta interessante segnalare alcune zone che, localizzate lungo l'asta del T.Varenna e di alcuni dei principali affluenti, possono determinare situazioni di dissesto lungo i rispettivi alvei. Tra queste, si ricordano la zona tra Edifizi Nuovi e Chiesino lungo il Varenna, le aree nei pressi di Rocca Fumella, due aree nel bacino del Rio Cantalupo, ed alcune limitate aree nel bacino del Rio Gandolfi.*

### **2.3.3 Esposizione dei versanti**

L'orientamento dei versanti determina importanti variazioni microclimatiche che si riflettono sulla distribuzione delle differenti serie di vegetazione e sui processi dinamico-evolutivi delle stesse, sui processi pedogenetici e di alterazione superficiale. In ultima analisi, quindi, la Carta dell'esposizione dei versanti fornisce indicazioni utili per l'approfondimento di carattere pedologico finalizzato alla stabilità dei suoli ed all'uso dei suoli specialmente collegato all'agricoltura.

A livello di descrizione dell'orientamento generale del bacino, si deve sottolineare che l'asta del T.Varenna percorre una direttrice molto prossima alla linea Nord-Sud, determinando conseguentemente una prevalente esposizione ad Est per il versante orografico destro e ad Ovest per il versante orografico sinistro.

Le valli sono incise prevalentemente in direzione Sud Est nel versante destro (ad esclusione del Rio Cantalupo che scorre quasi parallelo al Varenna, secondo la direttrice N-S, fino a breve distanza dalla confluenza a Tre Ponti), mentre nel versante sinistro le incisioni vallive legate ai rii tributari del Varenna sono orientate prevalentemente in direzione O e NO.

Anche nel caso delle condizioni di orientamento dei versanti principali del bacino, occorre considerare quanto già espresso in riferimento all'asimmetrica distribuzione della superficie del bacino tra versante destro e sinistro. In questo caso, la superficie esposta a SE ed E, appartenente al versante destro, è largamente prevalente rispetto a quella del versante sinistro, esposta ad O e NO.

In termini generali, questa situazione, può influenzare in maniera consistente la formazione dei deflussi, in quanto, considerando che le perturbazioni atmosferiche e le conseguenti precipitazioni piovose provengono generalmente da SE, la presenza di ampi versanti esposti a SE e caratterizzati da crinali posti a quote rilevanti possono costituire ostacolo al passaggio della perturbazione e determinare, per sollevamento orografico, centri di scroscio.

Inoltre, l'esposizione dei versanti ha un riflesso diretto sulla distribuzione e tipologia della vegetazione e dell'uso del suolo; anche in riferimento alla vegetazione, l'orientamento a S e SE (caratterizzato da forte insolazione) costituisce, in termini molto generali, un limite allo sviluppo della vegetazione, che è favorita in ambienti più freschi. Anche questo aspetto, che verrà richiamato in seguito, contribuisce a definire condizioni generali e di funzionalità idrogeologica più difficili sul versante destro rispetto a quello sinistro.

Nell'ambito della redazione degli strumenti di base per la conoscenza del territorio, è stata pertanto elaborata la Carta dell'esposizione dei versanti, nella quale il territorio è stato suddiviso nelle seguenti classi di esposizione:

■ Classe <b>N</b>	<i>Nord</i>	■ Classe <b>SE</b>	<i>Sud-Est</i>	■ Classe <b>O</b>	<i>Ovest</i>
■ Classe <b>NE</b>	<i>Nord-Est</i>	■ Classe <b>S</b>	<i>Sud</i>	■ Classe <b>NO</b>	<i>Nord-Ovest</i>
■ Classe <b>E</b>	<i>Est</i>	■ Classe <b>SO</b>	<i>Sud-Ovest</i>	■ Classe	<i>zenitale</i>

Come già accennato, i principali rii posti in sponda destra (rio del Grillo, rio Gandolfi, rio Ramaspessa) scorrono con direzione NO-SE, dando luogo ad incisioni vallive caratterizzate da versanti ad esposizione prevalente NE e SO. Sempre in sponda destra, fa eccezione il Rio Cantalupo e, in misura minore, il rio Taggia, che presentano un andamento prevalentemente N-S, dando origine a versanti esposti ad E e ad O.

Nel versante sinistro del Varenna la situazione è differente, in considerazione del fatto che gli unici affluenti di un certo rilievo sono il rio dei Corvi, che scorre in direzione quasi corrispondente ad E-O, formando versanti esposti a N e S, ed il rio Razzara, con direttrice NE-SO fino alla confluenza con il Varenna.

In molti casi, anche i principali affluenti sono caratterizzati da un complesso reticolo idrografico minore che determina la formazione di vallecule secondarie e situazioni di esposizione dei relativi versanti molto diversificate, anche se di limitate superfici unitarie.

#### **2.3.4 Caratterizzazione delle coperture**

##### **Roccia affiorante**

*Aree caratterizzate dalla presenza di roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino ad 1 metro di spessore*

Aree di questo tipo, presenti in particolare sui litotipi serpentinitici, sono state indicate con la sigla "R0" 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, mostra una disposizione favorevole alla stabilità delle proprie strutture (strati e fratture) rispetto al pendio, "Rs" nel caso di disposizione sfavorevole di dette strutture, e "Rf" nel caso, molto più comune rispetto al precedente, di substrato in scadenti condizioni di conservazione, alterato e fratturato e/o con ricorrente variabilità giacitura.

### **Coperture detritiche superficiali**

*Aree caratterizzate dalla presenza di coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali con potenza generalmente compresa tra 1 e 3 metri; localmente in rapporto al grado di alterazione della roccia si riscontrano potenze superiori ai 3 metri*

Si tratta di vaste aree ubicate su entrambi i versanti sia a granulometria grossolana o media, localizzate prevalentemente sulle ofioliti, che fine, ubicate in corrispondenza degli affioramenti argillitici e sui calcescisti.

*Aree caratterizzate dalla presenza di estese coperture detritiche e di depositi eluvio-colluviali con potenza maggiore di 3 metri*

Coltri superiori ai 3 metri sono ancora abbastanza comuni sui calcescisti (prevale la granulometria fine) in zone di contatto tettonico in particolare, lungo le discontinuità dirette Est-Ovest, più rare sulle serpentiniti e sulle ofioliti in genere (prevale la granulometria grossolana), più frequenti al limite Nordest del bacino, ed in particolare sugli argilloscisti calcariferi o sui calcari dolomitici.

### **2.3.5 Frane attive e franosità diffusa**

Si sono distinte, ed ubicate sulla carta, forme attive e forme inattive, forme quiescenti e forme stabilizzate con la distinzione desunta dalla letteratura geologico-applicativa ufficiale - ZARUBA Q. & MENCL V., *Landslides and their control*, 1969, VARNES D.J., *Landslides types and processes*, 1978 -, e ripresa più recentemente da una Nota del Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia, Boll. Soc. Geol. It., Vol. CVI, Fasc.2, 1987, pgg.199-221, dove si dice: le forme **attive** sono quelle che risultano in movimento nell'ultimo anno (al momento della rilevazione), ovverosia nel periodo compreso tra la fine dell'ultimo movimento ed il presente (momento della rilevazione), cioè < 1 anno.

Si considerano invece **inattive** quelle forme non in movimento da più di un anno, ovverosia nel periodo compreso tra la fine dell'ultimo movimento ed il presente (al momento della rilevazione), cioè > 1 anno.

A loro volta, le forme inattive si dividono in:

quiescenti se non sono in movimento da più di un anno, ma potenzialmente riattivabili

stabilizzate se non sono in movimento da più di un anno e non sono più soggette alle cause che le hanno originate.

La maggior parte degli accumuli franosi quiescenti sono stati rilevati in corrispondenza delle serpentiniti e dei calcescisti, di regola nelle zone di incidenza dei numerosi contatti tettonici intercorrenti tra le due formazioni; stessa cosa si può dire per quanto riguarda i corpi di frana stabilizzati, anche se si riscontrano in maniera apprezzabile nelle formazioni argillose, caratteristiche della porzione Nord-orientale del bacino.

Le frane attive, invece, sono dislocate prevalentemente lungo l'asta principale del torrente Varenna.

Sui metabasalti-metagabbri, e sulle serpentiniti (zona di Carpenara, cava abbandonata in versante sinistro) sono presenti coni detritici pedemontani, attivi, ed hanno avuto anche origine, sul versante destro (zona della frana di Ramaspessa) negli ultimi eventi alluvionali.

La classificazione tipologica delle frane ed un maggiore dettaglio nel riportare fenomeni anche "minori" sono stati riservati all'elaborato più specifico, denominato Carta della franosità reale: in questo elaborato confluiscono i dati rilevati sul territorio dal 1995, le

osservazioni sulle foto aeree relative a voli effettuati il 29/01/1975 eseguite in diversi periodi ed i dati derivanti da studi eseguiti in precedenza.

Oltre agli eventi pre-umani per cui si è fatto riferimento ai fenomeni quiescenti già riportati sulla carta geomorfologica, si è utilizzata per gli altri eventi la seguente documentazione:

- *per gli eventi dal 1970 al 1975* : foto aeree in bianco e nero eseguite dalla Compagnia Generale Riprese Aeree nel 1975;
- *per gli eventi dal 1976 al 1984* : rilevamenti eseguiti nell'ambito degli studi per il Parco regionale di Praglia 1980; Carta dell'utilizzo agro-silvo pastorale del territorio del parco, indagini geologiche su alcuni movimenti franosi in Val Varenna, 1984;
- *per gli eventi del 1993*: foto aeree a colori, in data 29.9.93 consultate presso la Protezione Civile, Uffici regionali;
- *per gli eventi dal 1994 al 2010 e per l'evento del 4 ottobre 2010*: rilevamenti a scala 1:5000 eseguiti nell'ambito del presente Piano.

Nel periodo 1970-75 si è avuta su tutto il territorio una preparazione ai successivi dissesti sotto forma di fenomeni di "Erosione e denudamento diffusi" ubicati in particolare nei sottobacini dei rivi Gandolfi e Grillo e, in subordine, del Cantalupo e del Varenna, mentre già nel periodo 1976-84 sono scattate le prime significative frane, coinvolgenti coltri detritiche e substrato alterato ("nicchie di distacco attive in roccia e materiali sciolti"), con maggiore incidenza sulla parte alta dei sottobacini del Cantalupo e del Gandolfi. Gli eventi alluvionali del 1993 e del 1994 hanno infine causato il maggior numero di dissesti, di regola a carattere superficiale.

### **Frane di crollo**

Frequenti in pendii rocciosi, costituiti da materiale lapideo variamente fratturato e nel quale si verificano delle continue infiltrazioni d'acqua, che nel periodo invernale solidifica, aumentando così di volume. Gli effetti sono rappresentati dal generarsi di porzioni di roccia che si staccano dalla roccia madre dando origine alla formazione di una fascia detritica al piede del pendio.

Si riscontrano prevalentemente nel settore Nord-occidentale del bacino, dove affiorano le serpentiniti che sono soggette sia ad erosione diffusa sia a processi fisici di gelo-disgelo già menzionati in precedenza.

Il loro stato di attività è sostanzialmente quiescente (crolli avvenuti in un passato recente), ma si riscontrano localmente anche forme attive.

### **Frane complesse**

Date dalla combinazione di 2 o più tipologie di frane. Sono dislocate in maniera diffusa su tutta la superficie del bacino idrografico del torrente Varenna e vanno ad interessare pressoché tutte le litologie presenti. In questo gruppo sono contemplate sia le forme attive, sia quelle inattive.

Un esempio rappresentativo di questa tipologia di frana, è il movimento innescatisi in località Carpenara (rio Taggia).

### **Soil slip**

Frane superficiali, indotte dall'elevata fluidificazione dei suoli, in materiali sciolti eluvio colluviali non protetti da vegetazione boschiva; 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.

Nel bacino del Varenna si è rilevato che la maggior parte dei dissesti recenti, salvo alcune frane di maggiori proporzioni, presentavano spessori di suolo compresi tra 0.5 e 0.7 m, con substrato affiorante o subaffiorante, sotto forma di cappellaccio alterato, sulla superficie di scivolamento, su versanti che mediamente avevano pendenze comprese tra 35° e 45°, prevalentemente impostati sul substrato delle ofioliti, sul versante destro, e ancora ofiolitico o di calcescisti-argilloscisti, sul versante sinistro; inoltre, 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, erano i luoghi ideali per l'innescare di queste tipologie di fenomeni.

Nella maggior parte dei fenomeni osservati, senza eccezioni tipologiche, il distacco di terreno si è innescato in corrispondenza ad una locale variazione di pendenza del versante, subito a valle del punto di inflessione.

E' stato possibile osservare che il fenomeno risulta essere più concentrato nella parte bassa dei versanti in quei tratti dove il pendio risulta conformato ad impluvio, questo perché la funzione di ricarica svolta dai tratti di pendio a monte delle aree di distacco è fondamentale per la saturazione delle coperture ed il conseguente innescare dei fenomeni franosi.

Inoltre, le più marcate variazioni di acclività, nell'area considerata, sono concentrate sulla serie di terrazzamenti artificiali con i quali sono stati diffusamente modellati quasi tutti i versanti nella loro parte media-inferiore; si è potuto osservare che le scarpate dei terrazzamenti agricoli, con altezze comprese tra 0.5 e 1.5 metri, a partire dalla loro sommità, hanno rappresentato i luoghi preferenziali, nei quali si sono riscontrati i maggiori addensamenti di frane recenti.

### Debris flow

Sono colate di detrito, di regola molto rapide, che interessano sia coltri di materiali sciolti che zone di substrato molto alterato, assimilabile a materiale sciolto; la maggior parte dei fenomeni riscontrati si riferiscono a questo secondo caso, ed in particolare sono avvenuti sulla formazione dei calcescisti o delle serpentiniti.

L'esempio più significativo è costituito dalla frana di Cà Noa, ubicata sul versante sinistro del T.Varenna, nei pressi della località Carpenara, su di un versante a notevole complessità geologica, caratterizzato dalla presenza, a partire dall'alto, di prasiniti stratoidi, calcescisti molto alterati, e serpentiniti, altrettanto alterate, con bande talcose ed intercalazioni di talcoscisti untuosi e sfaldabili.

Il dissesto, localizzato in corrispondenza della zona di contatto a carattere tettonico tra calcescisti e serpentiniti, che ha le caratteristiche di una zona di impregnazione in materiali eluvio-colluviali, con ricchezza di acqua superficiale e subcorticale, proveniente dalle fratture del complesso prasinitico a monte, ha riattivato un antico movimento franoso. Il colamento delle coltri sciolte ha interessato un primo tratto di pendio ad inclinazione accentuata, da 45° a 50°, cui ha seguito una zona di accumulo, con zolle fortemente ribassate ed impregnate. Il tutto è terminato in un impluvio dove il materiale fluidificato, talcoso-saponoso, si è mosso rapidamente, all'atto del primo innesco del movimento, prodottosi in ritardo rispetto all'alluvione del 23 Settembre 93, verso la fine di Ottobre, a causa della scarsa permeabilità e quindi della lenta imbibizione dei materiali sciolti.

Altri movimenti importanti, appartenenti a questa classe, sono le frane di Ramaspessa (eventi franosi innescati nel 93 o precedentemente e definitivamente "scattati" nel 94) che insistono su coltri detritiche di versante originatesi da rocce verdi tettonizzate (metabasiti, metabasalti, metagabbri e serpentiniti); esse sono suscettibili di evoluzione a seguito di nuovi eventi alluvionali. Ciò trova conferma negli eventi di pioggia torrenziale del 5 Ottobre 95, che hanno originato ulteriore trasporto solido in alveo a spese del piede di frana.

### Scorrimenti (o scivolamenti - slides)

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, 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.

I dissesti più significativi, quanto a volumetrie coinvolte ed incidenza sul versante, insistono sul versante destro del T.Varenna, nella formazione delle serpentiniti ed in particolare nelle zone di contatto tettonico, tra faglie più antiche dirette Nord-Sud e deformazioni più recenti, allineate prevalentemente Est-Ovest, che hanno predisposto condizioni di tettonizzazione, oltre che delle serpentiniti, di livelli a calcescisti e/o a metagabbri-metabasalti, con intensa fratturazione a carico dei livelli più fragili e/o discontinui dal punto di vista della composizione mineralogica-petrografica, a seguito della quale ha avuto origine l'alterazione degli agenti atmosferici.

Rispondono a queste caratteristiche le frane di Novagette, che nell'84 divisero in due la Val Varenna interrompendo l'unica strada di comunicazione, e la frana di Chiesino, che nel Settembre 94 ha arginato temporaneamente il Varenna.

### Elaborazioni statistiche

#### **Numero dei dissesti per km<sup>2</sup>**

Una prima valutazione è stata condotta nel corso dei rilevamenti andando a considerare il numero di frane riscontrate su aree di superficie pari a 1 km<sup>2</sup>, individuando sia i dissesti attivi, sia quelli inattivi (esclusi quelli non cartografabili alla scala 1: 10.000).

Dallo studio è emerso che sono mediamente riscontrabili, in tutto il bacino idrografico del T. Varenna, circa 7 frane per km<sup>2</sup> e che la maggior densità dei dissesti è localizzata prevalentemente sia nel settore nord-orientale, in particolar modo in prossimità degli abitati di San Carlo di Cese, Camposilvano e Vaccarezza, sia nel settore meridionale, lungo gli abitati di Chiesino, Granara e del rio Cantalupo.

Per contro, dallo studio propedeutico al Piano, è emerso che la maggior densità dei dissesti relativi agli eventi del 1993; era localizzata sul versante idrografico sinistro, prevalentemente nel settore nord-orientale del bacino, con valore massimo, compresi i dissesti non cartografabili, pari a 107 dissesti per km<sup>2</sup> in alcune aree del settore San Carlo di Cese-Camposilvano-Orezzo. In altre aree si avevano densità minori: 48 dissesti per km<sup>2</sup> in aree della zona San Carlo di Cese -Costa Rondanina e 33 dissesti per km<sup>2</sup> nella zona Vaccarezza Superiore-Vaccarezza Inferiore. Sul versante idrografico destro si avevano valori inferiori: 23 dissesti per km<sup>2</sup> nella zona Case Candotti-Cantalupo e 22 dissesti per km<sup>2</sup> nella zona del Rio Grillo. Detti valori risultavano sicuramente elevati e già da soli evidenziavano la notevole propensione al dissesto di gran parte del bacino.

Osservando la tabella sotto riportata, si evidenzia come il valore massimo di dissesti in 1 km<sup>2</sup> censito nel bacino del torrente Varenna risulta solo inferiore ai dissesti massimi rilevati nelle Langhe (Loc.Alba) con ben 180 dissesti /km<sup>2</sup> in occasione dell'evento alluvionale del 5 Novembre 1995 ed ai 140/km<sup>2</sup> registrati in seguito all'evento alluvionale del 10 Settembre 1983 in Carnia (Loc.Paularo).

Concentrazioni di frane per unità di superficie (km <sup>2</sup> )		
Località	N° max dei dissesti	Data dell'evento
<b>Langhe (CN)</b>	<b>180</b>	<b>5 Nov.1994</b>
<b>Carnia (UD)</b>	<b>140</b>	<b>10 Set.1983</b>
<b>Val Varenna (GE)</b>	<b>107</b>	<b>23 Set .1993</b>
<b>Val Seriana (BG)</b>	<b>80</b>	<b>10 Lug.1972</b>
<b>Valli Garza e Brenda (BS)</b>	<b>65</b>	<b>7 Giu.1990</b>

#### **Superficie dei dissesti per km<sup>2</sup>**

Sono stati considerati tutti i dissesti sia attivi che inattivi areali (non considerando quindi le frane puntuali non cartografabili). E' emerso che, nell'intero bacino del T. Varenna, ci sono circa 0,096 Km<sup>2</sup> di aree in dissesto su superfici di territorio aventi estensione pari a 1 Km<sup>2</sup>. La maggior parte delle aree in frana è dislocata lungo l'asta fluviale del torrente Varenna, anche se si riscontrano diverse superfici in dissesto anche lungo le aste principali dei bacini dei torrenti minori.

#### **Ripartizione per litologia delle aree in frana**

*Il litotipo delle serpentiniti/serpentinocisti fornisce il maggiore contributo alla franosità non solo in quei sottobacini in cui è nettamente prevalente, come Cantalupo, Gandolfi e Grillo, ma anche nel sottobacino del T.Varenna, in cui sono presenti un po' tutte le litologie, e comunque anche in questo caso i litotipi che contribuiscono maggiormente, dopo le serpentiniti, sono le metabasiti, i metabasalti, i metagabbri, in associazione con altre ofioliti. Tale predisposizione, confermata da rilevazioni statistiche dello stesso tipo eseguite per conto dell'Amm.ne Prov.le sui bacini del Petronio, dello Sturla e del Gromolo, nell'ambito del "Programma provinciale di studio e di intervento sul territorio, inerente i bacini del Petronio, dello Sturla e del Gromolo, con riferimento alla Legge 8.12.70, n. 996, per la Protezione Civile", Provincia di Genova, 1987, è dovuta al comportamento rigido di questi litotipi, che hanno reagito agli eventi tettonici che hanno interessato il bacino separandosi in blocchi,*

*cataclasandosi e laminandosi "in grande", fornendo terreno favorevole alle successive alterazioni ed erosioni, con un processo che dura tuttora.*

*D'altra parte i litotipi a comportamento plastico (scisti filladici ed argilloscisti nel settore Nordorientale del bacino), hanno reagito agli stessi eventi distendendosi in pieghe ampie, ove possibile, ma più frequentemente, in relazione alla densità delle discontinuità strutturali (zona Sestri-Voltaggio) pieghettandosi e "strizzandosi" con effetti di fratturazione e comminutazione aventi maggiore incidenza alla piccola scala dei fenomeni, come dimostra il notevole numero di dissesti, anche di modeste proporzioni, nel settore nord-est del bacino, collegati anche ai contrasti di permeabilità con litotipi permeabili per fratturazione, da cui derivano per i livelli argillitici condizioni di impregnazione, al contatto, e quindi di propensione al dissesto.*

*Un comportamento intermedio deve essere attribuito ai calcescisti, che con la componente calcareo-quarzosa tendono a comportarsi rigidamente, e plasticamente con la componente scistosa - filladica, e che pertanto risentono negativamente di entrambe le componenti, presentandosi in fasce fratturate ed alterate lungo l'asse vallivo principale, dove sono coinvolti direttamente o marginalmente nei principali movimenti franosi aventi incidenza sull'alveo del Varenna.*

### **2.3.6 Altri fenomeni gravitativi**

#### **Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (D.G.P.V.)**

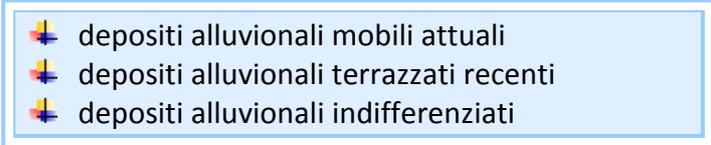
Si tratta di fenomeni profondi di estese dimensioni (scala di versante), tipologicamente differenti fra di loro e prevalentemente riconducibili a scorrimenti, espansioni laterali ed insaccamenti.

Nel bacino del Varenna è riscontrabile una grossa area avente queste caratteristiche, nel settore Nord-occidentale del bacino, in prossimità delle sorgenti del rio Gandolfi. tra Monte Foscallo e Monte Pennello.

Riguardo all'attività ed alla possibile evoluzione si deve sottolineare che non si evidenziano indicatori significativi correlabili ad attività importanti in atto; spesso infatti gli indicatori osservati appaiono cicatrizzati talchè i movimenti sono in genere classificabili come vecchi e molto vecchi anche se non si possono escludere comunque evoluzioni verso fasi parossistiche significative anche se la ridotta casistica di riferimento non consente l'individuazione di scenari specifici evolutivi.

### **2.3.7 Alluvioni e terrazzi fluviali**

Nella Carta geomorfologica sono state distinte e cartografate le seguenti tipologie di depositi alluvionali

- 
-  depositi alluvionali mobili attuali
  -  depositi alluvionali terrazzati recenti
  -  depositi alluvionali indifferenziati

Le coperture alluvionali sono dovute alla deposizione di materiale da parte dei corsi d'acqua, sia durante la normale attività dell'asta sia durante i fenomeni alluvionali. Nel seguito verranno pertanto descritte le singole voci di legenda:

**Alluvioni mobili attuali (am):** corrispondono agli alvei attuali e attivi in materiale sciolto, rimaneggiato e ampliato dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d'acqua.

Le alluvioni mobili attuali sono formate da materiale generalmente grossolano.

**Alluvioni terrazzate recenti (ar):** sotto questo simbolo sono stati cartografati i depositi di origine fluviale che costituiscono la maggiore parte delle zone pianeggianti di fondovalle. Lungo i corsi d'acqua costituiscono una fascia più o meno estesa e sono generalmente già grossolani nella parte montana e più fini a valle.

Le alluvioni sono costituite da alternanze di livelli ghiaioso-ciottolosi con livelli a granulometria più fine prevalentemente sabbioso-limosi.

**Alluvioni indifferenziate (a):** corrispondono a quelle aree pianeggianti lungo i principali corsi d'acqua, in cui l'intensa attività antropica che si è svolta nel tempo, rende di difficile discernimento le caratteristiche delle singole strutture geomorfologiche.

### 2.3.8 Aree in erosione

I sottobacini incisi nelle serpentiniti (rio Croce Boessa, rio Sceo, rio Gandolfi, rio del Grillo) presentano fenomeni di erosione concentrata di fondo nei settori caratterizzati da roccia affiorante o subaffiorante ed in particolare alla testata dei bacini, laddove esistono anche erosione e denudamento diffusi, nei settori incisi dai segmenti fluviali di 1° ordine; a prescindere dalla litologia, l'assenza di copertura vegetale-arborea sui versanti è la condizione a cui più frequentemente si accompagnano tali fenomeni.

Il fenomeno dell'erosione spondale è diffuso lungo l'asta principale del T.Varenna, laddove il corso d'acqua scorre tra versanti a diverso comportamento nei confronti dell'erosione sia per eterogeneità litologica e/o geomorfologica (contatti formazionali - contatti tra versanti in roccia ed in materiali sciolti) sia per motivi dipendenti dall'uso del suolo (coltivi abbandonati, piazzali di cava o di attività industriali in genere non sufficientemente protetti dall'erosione), ed è stato comunque riscontrato negli altri sottobacini, con particolare riferimento al versante destro del T.Varenna.

### 2.3.9 Cave

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 alle attività estrattive di cava.

Sono state inserite le indicazioni relative alle cave attive ed inattive presenti sul territorio del Bacino del T. Varenna in considerazione dell'importanza che tale attività riveste ed ha rivestito in passato.

Ad oggi risulta ancora attivo un impianto di estrazione a cielo aperto. Numerose per contro sono le cave attualmente non più attive.

### Cave in attività

Viene di seguito descritta l'unica cava attiva presente nel bacino: solo tale cava è in atto ed autorizzata e pertanto, come tale, è inserita sotto la voce "Ca" nella carta dell'assetto Geomorfologico del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico della Regione Liguria.

*Scheda di progetto derivata dal P.T.R.A.C. (aggiornamento DCR n. 7 del 27/02/2008)*

#### Tana dei Banditi

Sita in Comune di Genova, località Carpenara, si caratterizza come coltivazione a cielo aperto a gradoni.

Il sistema di abbattimento prevede l'uso di esplosivo.

Vengono estratti gabbri utilizzati per la produzione di inerti per usi edili e stradali, sabbia, ghiaia, pietrisco, massi per difese spondali, marittime e fluviali, materiale per la realizzazione di massicciate ferroviarie.

Per quanto concerne la viabilità viene confermata quella esistente; il trasporto del materiale non dovrà subire incrementi rispetto alle attuali quantità movimentate, in attesa o di un adeguamento della viabilità ovvero di un utilizzo dello stesso all'interno della Val Varenna.

Non è consentita la realizzazione di fabbricati di servizio.



In tale area si evidenzia una carente disciplina delle acque sui gradoni; inoltre la sistemazione di un movimento franoso nella zona del Rio Tagin ed al limite occidentale di cava, con briglie e ricarica con materiale drenante nella pista di arroccamento e canalizzazione delle emergenze idriche esistenti al piede del movimento franoso, non ha retto all'erosione spondale del Rio Tagin, durante l'alluvione del 1994.

### Cave inattive

Sono state censite 9 cave inattive per le quali di seguito si indicano le problematiche più salienti. In queste, con l'aggiornamento del PTRAC del 2008, è stata inserita la cava "Pian di Carlo"

L'attività estrattiva ha interessato materiali lapidei serpentinitici e metagabbri, utilizzati per ricavare inerti, materiali di sottofondo e da riempimenti, massi da scogliere e per massicciate ferroviarie; è ubicata nel settore medio-inferiore del bacino del T.Varenna, mentre nel settore alto ed orientale si hanno tracce di un'antica attività estrattiva nei calcari dolomitici che venivano cotti (località Fornace in frazione di Vaccarezza Superiore) per ricavarne calce.

#### Cava Pian di Carlo

Sita in Comune di Genova, località Bric Bardenco, si caratterizzava come coltivazione a cielo aperto a gradoni.

Il sistema di abbattimento prevedeva sia l'uso di esplosivo che mezzi meccanici.

Venivano estratti serpentiniti, calcescisti, prasiniti e metabasiti s.l.

Si evidenziano dissesti sul fronte nord di cava, sotto forma di crolli in roccia

serpentinitica, che richiedono un'adeguata sistemazione al piede, ad esempio mediante la realizzazione di un ampio gradone in materiale di risulta, prioritario su ogni altro intervento, anche in funzione del successivo recupero ambientale di questo settore di cava. Deve essere prevista la disciplina delle acque sui gradoni e sul piazzale di cava, suggerendo al riguardo l'inerbimento dei gradoni già ultimati.

Sottostante il piazzale di cava, a seguito dell'alluvione del 1994, si è verificata erosione spondale del torrente Varenna sul versante destro.

#### Cava Chiesino – Nuova Coleol

Sita in Comune di Genova, località Edifizi Nuovi - Chiesino, si caratterizzava come coltivazione a cielo aperto a gradoni.

Il sistema di abbattimento prevedeva sia l'uso di esplosivo che mezzi meccanici. Venivano estratte prasiniti e serpentiniti per la produzione di inerti per usi edili e stradali, sabbie, ghiaie, pietrischi, massi per difese spondali, marittime e fluviali, materiale per la realizzazione di massicciate ferroviarie.

Attualmente il piazzale di cava è occupata da un impianto di compostaggio A.M.I.U.

Presenta problemi di stabilità del ciglio superiore di cava (fronte destro in particolare) a cui non si è ancora avviato in maniera soddisfacente

#### Cava Il Poggio in località Cantalupo

Il vecchio fronte di cava, di notevole altezza, può "scaricare" i blocchi residui; si ritiene opportuno una sistemazione al piede e sul versante, in funzione anche di recupero ambientale (gabbionate con talee).

#### Cava Cantalupo Granara in località Granara

Presenta residue problematiche di carattere statico del vecchio fronte di cava, pur contenute dal muro realizzato (avente pessima valenza estetica).

#### Cava Cantalupo in località Granara

Appare opportuna una sistemazione del piede dell'antico fronte di cava con i metodi dell'ingegneria naturalistica, con finalità di consolidamento definitivo dei vecchi ghiaioni e di recupero ambientale.

#### Cava Stazione di Granara in località Granara

A seguito degli eventi alluvionali '93 e '94, l'area è stata marginalmente coinvolta nel movimento franoso di cui le FF.SS. curano la sistemazione.

#### Cava Rio Vigne – Rio Lavino in località Edifizi Nuovi

Sono presenti accumuli detritici del tipo a conoide alla base dei due fronti di cava principali. Sarebbero necessari interventi di ripristino quali disaggio delle porzioni lapidee instabili, regimazione delle acque superficiali e dell'alveo del Rio Lavino, che scorre nelle adiacenze della zona di scavo, in quanto la situazione attuale mostra un chiaro dissesto del pendio, indebolito dal taglio artificiale e condizioni di forte instabilità.

A conclusione occorrerà sistemare al piede del versante gabbionate con talee,

su cui innestare successivi interventi di inerbimento e piantumazione degli accumuli detritici, dal basso verso l'alto, con essenze colonizzatrici.

#### Cava Carpenara in località Carpenara

L'area di cava è stata abusivamente occupata da un rottamatore che ne ha fatto un utilizzo improprio, in particolare abbandonando sul piazzale, carcasse di autoveicoli e rottami metallici vari. I versanti che insistono sul piazzale, sono interessati da coni detritici attivi, in detrito serpentinoso. Il piede dell'area di cava, sul torrente Varenna, è stato eroso massicciamente dalle alluvioni '93 e '94 ed è tutt'ora a rischio di ulteriore erosione. Le operazioni minime da suggerire per la sistemazione ed il recupero ambientale dell'area di cava, sono le seguenti:

- 1) *ripristino della pista di accesso al piazzale di cava*
- 2) *pulizia completa del piazzale con asportazione dei rottami metallici*
- 3) *esecuzione di un'opera di difesa spondale, in scogliera di massi, lungo il T. Varenna, con uno sviluppo di almeno 70 metri*
- 4) *stabilizzazione al piede dei coni detritici sui versanti di cava mediante gabbionate e messa in opera di viminate e fascinate, con cabaletta a tergo in legname e pietrame, sulle scarpate dei coni stessi, seguita da semina di piante colonizzatrici*

#### Cava Fornace in località Vaccarezza Superiore

Il vecchio sito di estrazione non sembra comportare particolari problematiche né riguardo la stabilità del versante, né per quanto concerne l'aspetto ambientale, vista l'intensa vegetazione presente. Riveste interesse dal punto di vista storico la vecchia fornace, a documentazione di attività ora dimesse in Val Varenna, come le cartiere ed i mulini, da inserire pertanto in itinerari naturalistici

#### **Compatibilità delle attività estrattive**

Le attività estrattive censite e descritte hanno la peculiarità di sfruttare un materiale quale quello delle "rocce verdi" di difficile reperibilità in altre zone del territorio provinciale, per le sue caratteristiche qualitative e quindi per le sue possibilità di utilizzo, presente peraltro in un bacino di limitata estensione ma ricco di emergenze geo-ambientali.

La grande richiesta di pietrischi, sabbie e inerti per calcestruzzi e di materiale per scogliere e massicciate ferroviarie che si è sviluppata regionalmente a partire dal dopoguerra ha fatto sì che nel bacino del T. Varenna, già interessato nel passato dalla apertura di cave di prestito, coltivate con modalità irrazionali ed abbandonate senza alcuna sistemazione dei fronti e dei piazzali di cava, si siano concentrate negli anni 60 -70 attività estrattive, in alcuni settori vallivi, senza soluzioni di continuità.

Basti pensare alla concentrazione della cava attiva e di tre cave inattive nel raggio di 2 km, nel tratto compreso tra le località Edifizi Nuovi (dove la cava Nuova Coleol e la cava del Rio delle Vigne sono quasi in continuità, sul versante sinistro, e speculari praticamente alla cava Pian di Carlo, inattiva, in versante destro) e Carpenara.

In quest'area, alle problematiche geomorfologiche ed idrogeologiche se ne aggiungono altre tipicamente collegate con le attività estrattive quali:

- *la messa a nudo, col procedere della coltivazione, di discontinuità strutturali che incidono negativamente con i fronti di scavo provocando crolli e franamenti sui versanti;*

- *le modificazioni al regime idrogeologico ed idrologico dei versanti provocate dalla apertura e dal conseguente drenaggio di vasti fronti in roccia e dalla realizzazione di piazzali in materiali di risulta, di facile infiltrazione idrica, o di gradoni lungo i quali non viene realizzata la necessaria disciplina delle acque superficiali, causa di concentrazione locale dei deflussi ed innesco di fenomeni erosivi;*
- *la realizzazione di piazzali di cava, in materiali di risulta, insistenti su alvei torrentizi, non sufficientemente presidiati sotto il profilo idraulico, con rischio di fenomeni di erosione e di incrementi improvvisi e notevoli al trasporto solido, da cui possono originarsi ondate di piena;*
- *l'esistenza sui fronti di cava od al piede degli stessi di coni detritici attivi, che in caso di piogge alluvionali possono essere mobilitati ed analogamente possono incrementare, nelle cave prossime agli alvei torrentizi, il trasporto solido.*

Si è già evidenziato che nel settore della cava Pian di Carlo si è avuto un vasto movimento franoso, a metà degli anni 60, che ha causato la sopraelevazione dell'alveo; successivamente parte del fronte destro di cava è franata, mentre il piazzale di cava è stato vistosamente eroso dall'alluvione del '93, con incremento del trasporto solido nel Varenna

Nella zona di Carpenara, l'alluvione del '93 ha asportato completamente il piede in materiali detritici di risulta della cava omonima, inattiva, sul versante destro del Varenna, con rischio di ulteriore erosione e di incremento del trasporto solido alla prossima alluvione, mentre nuovi movimenti franosi sul rio Tagin, al limite ovest della cava Tana dei Banditi, sul versante destro ma fuori dalla zona di rischio idraulico del Varenna, hanno richiesto ulteriori interventi di sistemazione a completamento di quanto già realizzato.

Per quanto riguarda le cave della zona di Carpenara, la cava Tana dei Banditi dovrà mettere in atto, interventi puntuali di sistemazione lungo il rio Tagin nella zona del complesso estrattivo, che andranno ad integrarsi con quelli già realizzati.

Nella cava Carpenara, si dovranno analogamente attuare tutti gli interventi di difesa idraulica e di stabilizzazione dei coni detritici esistenti, con criteri finalizzati anche al recupero ambientale.

### **2.3.10 Riordino del Vincolo Idrogeologico**

Il riordino del vincolo idrogeologico è previsto dall'art. 34 della L.R. n. 4/1999 e richiamato dall'art. 15 comma 1 punto b della L.R. 9/93 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'idonea copertura vegetale ove queste non esistano più, ed i casi di alcuni comuni dell'interno dove viceversa non risultano sottoposte al vincolo alcune delle zone più problematiche dell'intera provincia.

Appare quindi coerente sottoporre al vincolo idrogeologico le aree indicate nella *Carta dei principali vincoli territoriali*, perimetrate secondo 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".* La metodologia applicata ha tenuto conto, oltre della aree di cui al Piano di bacino del t. Varenna approvato con D.C.R. n. 59/1999, delle aree ricadenti in suscettività al dissesto elevata (pg3a e pg3b) e molto elevata (pg4).

## **2.4 Idrogeologia**

Nell'ambito del rilevamento generale del territorio si sono valutate le caratteristiche ed il comportamento delle varie formazioni sotto il profilo idrogeologico, in particolare le condizioni di drenaggio naturale e la permeabilità utilizzate per la classificazione seguente, riportata nella carta idrogeologica:

### **Formazioni permeabili per porosità**

Le alluvioni attuali e di fondovalle, antiche e recenti, a granulometria sabbioso-ghiaiosa, come pure le coltri detritiche ed eluvio colluviali, presenti sui versanti con vari spessori e granulometrie, rientrano nelle formazioni permeabili per porosità.

### **Formazioni permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo**

Rappresentano la categoria più numerosa e più frequente nell'ambito del bacino del T. Varenna, in quanto vi rientrano tutte le rocce verdi (metabasiti, metabasalti, metagabbri, prasiniti, serpentiniti, lherzoliti, scisti verdi) interessate da percolazione idrica nei sistemi di fratture presenti e le formazioni a base calcarea o calcareo-dolomitica (calcarei grigi selciferi, biocalciruditi e biocalcareniti), interessate anche solo localmente da una circolazione di tipo carsico favorita dalla dissoluzione parziale del calcare (fenomeni di carsismo attenuato) lungo le fratture esistenti.

### **Formazioni semipermeabili**

Si è ritenuto di dovere includere in questa categoria le dolomie, i calcari dolomitici e la formazione dei calcescisti, quest'ultima tipicamente costituita da alternanze di scisti quarziticci, 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 pioggia registrate, proprio a causa del meccanismo di lenta impregnazione dovuto alla scarsa permeabilità.

### **Formazioni impermeabili**

Vi appartengono i livelli ad argilloscisti e scisti filladici presenti nel settore Nord-Nordest del bacino.

Le zone urbanizzate vanno a costituire un unico "fronte" praticamente impermeabile sul versante destro del bacino e per un tratto di quasi 2 km, che non favorisce lo smaltimento degli afflussi in caso di precipitazioni a carattere forte e concentrato.

### Zone di impregnazione

Fenomeni di impregnazione diffusa, in zone scarsamente permeabili o a forte contrasto di permeabilità, sono all'origine di alcuni dei movimenti franosi rilevati a seguito degli eventi alluvionali del Settembre 94, in particolare nelle coltri eluvio-colluviali formatesi sulle serpentiniti e sulle rocce verdi in genere.

L'esempio più significativo si ha sul versante sinistro del T.Varenna, in località Ca' Noa, dove l'evento franoso, in zona di contatto tra prasiniti e serpentiniti molto alterate, con bande di talcoscisti untuosi e sfaldabili, si è attivato soltanto verso la fine di Ottobre 94 a seguito della lenta impregnazione-imbibizione di una coltre detritico-colluviale ricca di acqua superficiale e subcorticale, proveniente dalle fratture del complesso prasinitico a monte.

## **2.5 Uso del suolo**

### Considerazioni generali

Nell'ambito della pianificazione di bacino, lo studio delle caratteristiche dell'uso del suolo è finalizzato alla valutazione delle interazioni esistenti tra suolo, soprassuolo vegetale ed attività antropiche, in relazione ai riflessi di tali interazioni con il regime idrologico del bacino stesso, con particolare riferimento alla regimazione dei deflussi ed all'attenuazione della portata solida.

La redazione della Carta dell'uso del suolo assume pertanto un rilevante interesse se finalizzata, oltre che alla conoscenza delle diverse tipologie di uso del suolo presenti nel bacino, alla valutazione qualitativa del contributo delle singole superfici e tipologie alla definizione della funzionalità idrogeologica del territorio e alla valutazione del grado di dissesto.

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.

### Variatione storica dell'uso del suolo

Le situazioni socio-economiche che hanno influito sull'uso del suolo nel bacino del Varenna sono, in generale, analoghe a quelle riscontrabili in molte altre parti della Liguria.

Fino agli anni '50 l'assetto colturale del bacino era infatti caratterizzato da tessuto urbano compatto limitato alla zona fociiva (l'abitato di Pegli) e da nuclei isolati distribuiti su tutto l'entroterra, con una maggiore concentrazione lungo l'asta principale del T. Varenna ed il tratto terminale del Rio Cantalupo, ma senza escludere piccoli nuclei dislocati sui versanti meglio esposti del medio-alto bacino (Vaccarezza, Lencio, ecc.). Lungo l'asta principale sono localizzati i nuclei di maggiore consistenza, quali S. Carlo di Cese, Camposilvano, Carpenara.

Le colture agricole erano concentrate nelle aree limitrofe agli abitati, prevalentemente su versanti terrazzati e sulle poche aree pianeggianti di fondovalle. Le produzioni erano

destinate sia al consumo familiare che al mercato, anche con produzioni di pregio. Nelle frazioni rurali erano diffusi i mulini.

Esistevano piccole attività artigianali distribuite su tutto il territorio, concentrate nelle zone di fondovalle per quanto riguarda attività di media dimensione. Si ricorda l'impianto di alcune cartiere nella zona di Carpenara (risalenti al '600-'700) e l'insediamento della Cartiera Ghigliotti a Chiesino (1845).

La viabilità era rappresentata da carrarecce di fondovalle, collegate da piccoli ponti in muratura ai nuclei localizzati sulle sponde opposte (alcuni di epoca napoleonica). L'unica sede di attività estrattiva antecedente la 2° Guerra Mondiale era localizzata a Fornace, presso Vaccarezza, finalizzata alla produzione di calcina.

Tutte queste attività hanno caratterizzato l'assetto socio-economico del territorio, influenzando notevolmente anche gli aspetti del paesaggio e della funzionalità idrogeologica del territorio, con particolare riferimento alle consistenti opere di terrazzamento dei versanti ed alle opere complementari di regimazione idraulico-agraria. Inoltre l'opera di presidio antropico del territorio consentiva una capillare realizzazione e gestione anche di piccole opere di sistemazione idraulico-forestale e di difesa del suolo, contenendo fenomeni erosivi e franosi nella fase di innesco.

Dall'immediato dopoguerra (anni '50) la situazione socio-economica è notevolmente mutata, in relazione allo sviluppo delle grandi industrie ed al conseguente spopolamento delle campagne, determinando l'abbandono dei nuclei e delle attività rurali, con tutte le relative conseguenze sull'assetto del territorio. Risalgono a questi anni i primi insediamenti di attività estrattive, successivamente incrementati con l'apertura (anni '60-'70) delle cave attualmente di maggiori dimensioni.

Pur avendo subito gli aspetti prevalenti della situazione economica del periodo post-bellico fino ad anni più recenti, è da rilevare che la particolare conformazione morfologica della valle (molto incassata e stretta, con pendenze molto accentuate dei versanti) e la difficile percorribilità della principale arteria di fondovalle, hanno costituito un limite per l'espansione edilizia, sia residenziale che produttiva (ad esclusione delle attività estrattive).

A questo aspetto, si è associato, negli ultimi anni, un modesto ritorno di residenti nelle principali frazioni di fondovalle, testimoniato anche da numerosi interventi di recupero e ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente, comunque ancora insufficiente a contrastare lo stato di abbandono di molte zone.

Purtroppo, a questo modesto fenomeno di ritorno in valle non corrisponde un diffuso e corretto riuso del territorio, limitato, nei casi più favorevoli, alla ripresa delle coltivazioni orticole nelle aree di pertinenza di edifici di residenti occupati in altri settori lavorativi, determinando una gestione part-time dell'attività agricola sicuramente insufficiente a garantire il presidio del territorio rurale che sarebbe necessario per tutelare la sua funzionalità idrogeologica.

La mancata urbanizzazione diffusa del territorio ha consentito pertanto di mantenere alcune caratteristiche del paesaggio naturale ed agrario in condizioni favorevoli ad un eventuale recupero e valorizzazione della vallata in forma di attività compatibili con l'ambiente (turismo escursionistico e naturalistico, recupero strutture ed attività agricole ed artigianali, sport, ecc.), a condizione che siano effettuati interventi di messa in sicurezza delle aree a rischio e di recupero delle numerose aree degradate oggi esistenti nel bacino.

## Analisi delle categorie

### TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

#### ZONE URBANIZZATE

<p><b>Superficie totale</b> 38 ha, pari a 0,38 Km<sup>2</sup> 1,73% della superficie del bacino</p>
---

suddivisa in :

- ⇒ 1.1.1 Tessuto urbano continuo: 0,23 Km<sup>2</sup>
- ⇒ 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo: 0,13 Km<sup>2</sup>
- ⇒ 1.1.3 Nuclei di case sparse: 0,02 Km<sup>2</sup>

#### Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica

Viene classificato come **tessuto urbano continuo** quell'area perimetrata occupata dalle abitazioni per una superficie superiore all'80%, gli altri insediamenti che all'interno dell'agglomerato urbano perimetrato hanno una copertura compresa tra il 50% e l'80% vengono classificati come **tessuto urbano discontinuo**. Le porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza di abitazioni, per lo più a carattere agricolo o secondario sono indicate come **case sparse**.

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.). Non è stata cartografata la viabilità, in considerazione della difficile restituzione grafica dell'informazione e della conseguente leggibilità; inoltre, si tratta di una informazione desumibile dalla cartografia di base (C.T.R. 1:10.000).

#### Localizzazione nel bacino

Procedendo dalla foce verso monte, si rileva innanzitutto l'abitato di Pegli, che rientra nel bacino del torrente Varenna solo per una parte; oltre al tratto focivo, costituito da tessuto urbano compatto, il nucleo si estende lungo entrambe le sponde del T.Varenna. Il tessuto urbano si incunea nel fondovalle dell'asta principale, interessando anche il tratto terminale del Rio Cantalupo, fino alla confluenza in loc. Tre Ponti. Risalendo l'asta principale, il tessuto urbano, a tratti limitato alla viabilità di fondovalle, raggiunge la loc. Edifizi Nuovi, in corrispondenza delle cave San Carlo e Nuova Coleol. Nella parte medio-alta del bacino sono localizzati i nuclei urbanizzati a carattere discontinuo di Carpenara, San Carlo di Cese, Camposilvano e Orezzo. Sono presenti alcuni piccoli nuclei di Lencio, Vaccarezza e Grillo localizzati sui versanti.

#### Valutazioni qualitative

La qualità del tessuto urbano nell'area fociva, lungo le sponde del T.Varenna, è fortemente caratterizzata da insediamenti abitativi di recente costruzione (anni '50-'70), alternati a strutture in alveo, ecc.. In generale, il tratto compreso tra la loc. Tre Ponti e la foce è pertanto interessato da numerose situazioni che incidono negativamente sulla qualità urbana. A partire dalla loc. Tre Ponti, risalendo verso monte, si riscontra la presenza di edifici più antichi, sia rurali che urbani, di maggiore valenza architettonica e testimoni della

tradizione edilizia della valle, alcuni dei quali di recente restauro e ristrutturazione, a significare un certo ritorno residenziale.

### **ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE**

<p><b>Superficie totale</b> 28 ha, pari a 0,28 Km<sup>2</sup> 1,26% della superficie del bacino</p>
---

suddivisa in :

⇒ 1.2.1 Aree industriali o commerciali: 0,23 Km<sup>2</sup>

1.2.2 Reti autostradali, ferrovie e spazi accessori: 0,05 Km<sup>2</sup>

#### **Descrizione generale e localizzazione nel bacino**

Nella zona fociva, fino a Tre Ponti, è presente un fitto tessuto produttivo di piccole verso imprese, oltre ad insediamenti notevoli come SNAM, ENEL, cantiere L.A.R. di pesante impatto sull'ambiente circostante, sia in termini estetici che funzionali. Procedendo monte si incontrano attività produttive in loc. Edifizi Nuovi, Chiesino, le cave Nuova COLEOL (inattiva) e San Carlo (in attività), Rio Lavino (abbandonata), colorifici in loc. Carpenara, le cave Tana dei Banditi (in attività) e Cerruti (abbandonata).

### **AREE SPORTIVE E RICREATIVE**

<p><b>Superficie totale</b> 2 ha, pari a 0,02 Km<sup>2</sup> 0,10% della superficie del bacino</p>
--

#### **Localizzazione nel bacino**

È stata riscontrata la presenza di impianti sportivi in sponda destra del tratto focivo del Varenna (campi da bocce, da calcio, ecc.), dell'impianto di Villa Rostan in sponda sinistra, oltre al campo da calcio di San Carlo di Cese, dimezzato nella sua superficie dall'evento alluvionale del '94.

### **CAVE**

<p><b>Superficie totale</b> 30 ha, pari a 0,30 Km<sup>2</sup> 1,38% della superficie del bacino</p>
---

Si rimanda ad una più approfondita analisi nella parte geomorfologica

## **TERRITORI AGRICOLI**

### **PRATI E PASCOLI**

<p><b>Superficie totale</b> 73 ha, pari a 0,73 Km<sup>2</sup> 3,35% della superficie del bacino</p>
---

#### **Descrizione generale e localizzazione nel bacino**

Sono rappresentate da superficie erbacee gestite prevalentemente attraverso lo sfalcio ed in misura minore attraverso il pascolamento. Sono dislocate prevalentemente in prossimità

dei centri abitati e sono rappresentate da una variazione d'uso delle zone un tempo coltivate.

In seguito all'abbandono delle campagne i proprietari si limitano a sfalciare le aree circostanti le case un tempo coltivate per evitare l'invasione da parte di infestanti (rovi, vitalba, ecc.).

Sono localizzate prevalentemente nelle aree circostanti San Carlo di Cese, Camposilvano, Grillo, Vaccarezza, Lencisa ed sul crinale che da Lencisa va a Rocca Maia.

### **ZONE AGRICOLE ETEROGENEE**

<p style="text-align: center;"><b>Superficie totale</b> 74 ha, pari a 0,74 Km<sup>2</sup> 3,41% della superficie del bacino</p>
---

### **Descrizione generale e localizzazione nel bacino**

Le zone agricole eterogenee sono caratterizzate dalla coesistenza, sulla stessa superficie, 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). Questa scelta colturale è giustificata dal fatto che nella zona manca una spiccata vocazionalità e si preferisce avere una varietà assortita di prodotti agricoli da riservare all'autoconsumo, piuttosto che avere un solo prodotto in quantità maggiore da destinare alla vendita.

In generale la situazione delle superfici soggette a coltivazione è stata pesantemente condizionata dai più volte citati fenomeni socio-economici che hanno determinato l'abbandono delle campagne; una minima parte di attività è sempre sussistita in valle, ed attualmente, si assiste ad un timido ritorno di attività agricole sul terreno.

Interessano le aree di fondovalle limitrofe ai tratti urbanizzati (Tre Ponti, Granara, San Carlo di Cese e Camposilvano) ed i nuclei rurali (Case Candotti, Cascina Vecchia, Orezzo e Il Lencio) posti in medio versante, in corrispondenza di situazioni morfologiche più favorevoli (soprattutto meno acclivi).

### **Qualità colturali prevalenti**

Le colture attualmente praticate sono strettamente legate alla prevalente forma di attività agricola part-time, ad eccezione di casi sporadici. Le tipologie colturali più rappresentate sono quelle classiche del territorio ligure.

Le colture orticole sono le più praticate nelle zone di fondovalle e di maggiore estensione unitaria, e soprattutto dove la proprietà fondiaria risulta meno frammentata; in questi casi le produzioni possono avere un carattere più intensivo, e grazie a migliori condizioni di collegamento viario con la zona costiera, possono essere svolte piccole attività di commercializzazione degli ortaggi.

Nelle zone caratterizzate da produzioni a prevalente carattere familiare sussistono spesso le colture orticole frammiste alla vite ed alla arboricoltura da frutto; spesso la coltivazione della vite, limitata a pochi filari, dà luogo a produzioni per autoconsumo. Si ricorda che, in passato, nella zona venivano prodotti vini di qualità, anche se sempre in modeste quantità.

Gli oliveti sono rappresentati solo da alcuni nuclei di dimensioni veramente esigue; la situazione prevalente è rappresentata da piante sparse, localizzate nei pressi dei nuclei abitati, in consociazione con colture orticole e vite. La presenza di piante isolate e/o rade

determina condizioni di accrescimento della chioma più raccolte, a vantaggio della costanza di produzione e delle pratiche colturali (potature).

### **EX COLTIVI**

<p><b>Superficie totale</b> 57 ha, pari a 0,57 Km<sup>2</sup> 2,61% della superficie del bacino</p>
---

#### **Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica**

Sono state classificate come ex-coltivi tutte quelle zone dove, da un esame visivo, le attività agricole risultassero abbandonate da un numero di anni sufficiente all'insediamento naturale di specie arbustive ed arboree, con presenza di piante isolate e/o piccoli nuclei a densità rada, tali da non configurarsi come arbusteti. In genere queste aree sono caratterizzate da un mosaico di piccoli appezzamenti a specie erbacee prevalenti, nuclei e piante sparse di arbusti ricostruttori, aree ad infestanti, ecc.

#### **Localizzazione nel bacino**

Sono distribuite lungo il fondovalle del bacino (Granara, Ponte San Guglielmo) e sui medi versanti (Cantalupo, Torre Pratolungo) ad esclusione delle zone poste in prossimità dei nuclei localizzati nell'alto bacino (Lencio, Vaccarezza, Lencisa); nei tratti indicati sono presenti sporadicamente, in genere su superfici piuttosto limitate, a volte a margine di zone tuttora coltivate, a volte in lembi isolati. In molti casi, queste situazioni sono determinate da problemi di assetto fondiario, con particolare riferimento alla polverizzazione e frammentazione della proprietà privata.

## **TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI**

### **PRATERIE**

<p><b>Superficie totale</b> 433 ha, pari a 4,33 Km<sup>2</sup> 19,81% della superficie del bacino</p>
---

#### **Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica**

Questa tipologia di copertura erbacea in passato era destinata al pascolamento delle vacche da latte presenti nella vallata in numeri compresi tra i 200 ed i 250 capi, distribuiti in numero di 4-5 tra le numerose famiglie residenti in vallata.

L'andamento delle condizioni socioeconomiche nella vallata, già citate, ha determinato anche l'abbandono delle attività zootecniche passate, soprattutto di quelle legate all'allevamento di bovini da latte di cui permangono solo poche decine di capi, mentre si è sviluppato il pascolo di ovicapri sulle praterie alte, soprattutto nelle zone del M. Pennello e M. Foscallo; il pascolo di tale bestiame è spesso svolto in modo irregolare sia nel tempo che nelle superfici interessate tanto che tali formazioni vegetazionali non sono più definibile come pascoli ma bensì come praterie (incolti prativi).

#### **Localizzazione nel bacino**

La superficie totale interessa una consistente quota del territorio del bacino localizzata, quasi nella sua totalità, sul versante destro del medio ed alto corso dell'asta principale;

esiste infatti un'unica area continua che dallo spartiacque occidentale, in prossimità della vetta di M. Riondo, interessa le pendici e le zone cacuminali di M. Pennello, Monte Foscallo sino a M. Proratado.

### **ZONE BOScate**

<p style="text-align: center;"><b>Superficie totale</b> 1.277 ha, pari a 12,77 Km<sup>2</sup> 58,43% della superficie del bacino</p>
--

### **Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica**

Le superfici a bosco sono state ottenute per accorpamento delle tipologie vegetazionali corrispondenti a boschi misti di angiosperme termofile, boschi misti di angiosperme mesofile, formazioni mesofile a prevalenza di castagno, formazioni di conifere termofile a prevalenza di pino marittimo e formazioni miste di conifere e angiosperme termofile.

La superficie boscata totale è la tipologia di uso del suolo più rappresentata.

Il valore del 58,55% (definito coefficiente di boscosità) rappresenta un dato intermedio tra il coefficiente di boscosità del territorio del Comune di Genova (circa 21-22%) ed il dato relativo all'intero territorio ligure (oltre il 60%), risultando in linea con il valore medio relativo alla Provincia di Genova (47-48%). Si tratta pertanto di un bacino caratterizzato da un soddisfacente coefficiente di boscosità, costituito da soprassuoli forestali di bassa qualità.

### **Stato selvicolturale e localizzazione nel bacino**

La forma di governo prevalente è costituita dalla fustaia, che interessa il 39% della superficie boscata; questa elevata percentuale è prevalentemente determinata dalle fustaie di pino marittimo, ampiamente diffuse su tutto il bacino, ma in particolare sul versante destro. I cedui sono rappresentati dalle formazioni ad angiosperme localizzati nel fondovalle e nel basso versante del tratto dell'asta principale e sul versante sinistro della testata del bacino.

Al di là della schematica suddivisione della forma di governo tra fustaia e ceduo, si sottolinea che ampie superfici forestali sono interessate da forme irregolari ed intermedie tra ceduo e fustaia, determinate dall'azione di differenti (spesso congiunte) situazioni evolutive naturali, azioni di degrado antropico diretto sulla copertura forestale (incendi) ed indiretto (erosioni superficiali connesse al degrado da incendio), ecc.

### **Utilizzazione**

Le attività di utilizzazione delle fustaie di resinose sono attualmente abbandonate, ad esclusione di possibili prelievi di legname, molto sporadici e limitati a pochi quintali di legna da ardere; probabilmente, anche nel passato la situazione non è mai stata molto differente, in considerazione delle scarse provvigioni legnose medie e dei limitati accrescimenti dovuti soprattutto ai problemi edafici delle superfici a pineta (escludendo il periodo bellico). I cedui di castagno esistenti, e parte dei boschi misti di angiosperme, derivano dalla ceduzione di castagneti da frutto colpiti da cancro e soggetti alla caduta di interesse verso la produzione delle castagne, caratteristica comune a quasi tutte le zone rurali del territorio ligure. Nel caso dei cedui, i prelievi di legname sono più consistenti che nelle fustaie di pino marittimo, ma sempre limitati a consumi familiari di legna da ardere e/o paleria minuta.

### **ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA**

<p><b>Superficie totale</b> 96 ha, pari a 0,96 Km<sup>2</sup> 4,41% della superficie del bacino</p>
---

### **Descrizione generale e localizzazione nel bacino**

L'origine degli incolti arbustati presenti nel bacino è sostanzialmente riconducibile a due situazioni differenziate; infatti si distinguono arbusteti derivanti da colonizzazione naturale di ex-coltivi da parte di specie arbustive ricostruttrici, ed arbusteti su versanti acclivi a prevalenza di praterie, dove il carico del pascolo minimo, o del tutto assente, ha consentito l'insediamento di arbusti di specie pioniera. In alcuni casi particolari, gli incolti arbustati sono di origine artificiale, derivando da interventi di recupero ambientale e sistemazione a verde dei tracciati del metanodotto SNAM, mentre in altri derivano da superfici boscate degradate da incendi di chioma, che hanno causato la distruzione del piano arboreo e determinato successioni secondarie da incendio, costituite da giovani piantine di specie arboree e da specie arbustive che danno origine a coperture vegetazionali attualmente di tipo arbustivo, soprattutto come caratteristiche di funzionalità ai fini idrogeologici.

Le aree interessate dalla tipologia in esame sono sporadicamente distribuite nella porzione bassa e media del bacino del torrente Varenna.

La localizzazione nel bacino risulta legata alle origini delle singole aree, mentre la limitazione in superfici unitarie è determinata in alcuni casi da fenomeni di degrado (incendi) ed in altri casi dall'evoluzione naturale verso il bosco. Pertanto le aree coperte da incolti arbustati si ritrovano in tutto il bacino, su situazioni differenziate di giacitura.

### **ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE**

<p><b>Superficie totale</b> 68 ha, pari a 0,68 Km<sup>2</sup> 3,10% della superficie del bacino</p>
---

suddivisa in :

⇒ 3.4.2 Rocce nude: 0,19 Km<sup>2</sup>

⇒ 3.4.3 Aree con vegetazione rada: 0,49 Km<sup>2</sup>

### **Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica**

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.

### **Localizzazione nel bacino**

Le aree interessate dalla tipologia in esame sono sporadicamente distribuite su tutto il bacino del torrente Varenna, su superfici unitarie contenute quasi sempre entro i 10 ha. La localizzazione nel bacino risulta legata alle origini delle singole aree, mentre la limitazione in superfici unitarie è determinata in alcuni casi da fenomeni di degrado (incendi) ed in altri casi dall'evoluzione naturale verso il bosco. Pertanto le aree coperte da incolti arbustati si ritrovano in tutto il bacino, su situazioni differenziate di giacitura.

## TERRAZZAMENTI

<p><b>Superficie totale</b> 103ha, pari a 1,03 Km<sup>2</sup> 4,69% della superficie del bacino</p>
---

### **Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica**

La superficie totale della tipologia è risultata di 102,6 ha, che rappresenta una percentuale inferiore all'4,7% della superficie di tutto il bacino.

Si tratta di valori inferiori a molte aree della provincia di Genova, oltre che a bacini limitrofi (ad es. T. Leiro); probabilmente la limitata diffusione delle superfici terrazzate è dovuta alla conformazione stessa del bacino, piuttosto allungato verso l'entroterra, ed alla situazione di collegamento con la costa, che è sempre stato piuttosto difficoltoso. Queste situazioni hanno probabilmente limitato le attività agricole alla coltivazione in aree limitrofe ai nuclei rurali, destinate al consumo locale e familiare, oltre che alle attività agricole più estensive (zootecnia)

### **Localizzazione nel bacino**

Le aree terrazzate di maggiori dimensioni si trovano soprattutto nel tratto focivo del T.Varenna (Castello, Torre Pratolungo) ed in prossimità della confluenza con il Rio Cantalupo su entrambe le sponde. Procedendo verso l'entroterra e la testata del bacino, le zone terrazzate indicate sono sporadiche in quanto le predominanti sono a copertura prativa o boschiva.

### **Condizioni strutturali e di manutenzione**

La realizzazione dei terrazzamenti consente la modifica della morfologia di un versante, finalizzata alla formazione di aree utilizzabili per le colture agricole; dal punto di vista strutturale, il sistema è costituito da strutture di contenimento delle fasce (prevalentemente muretti a secco), mentre dal punto di vista idrogeologico la regimazione delle acque è garantita da opere di sistemazione idraulico-agraria, aventi anche funzione irrigua.

Si tratta pertanto di una delle situazioni di maggiore antropizzazione del paesaggio naturale, dove strutture sostanzialmente artificiali devono essere mantenute costantemente in esercizio per non determinare situazioni di degrado.

Allo stato attuale, i terrazzamenti presenti in vallata sono solo parzialmente interessati da colture agricole in atto, mentre in larga parte sono soggetti all'abbandono; pur considerando che molte zone di ex-coltivi su terrazze sono in fase di colonizzazione naturale da parte di specie arbustive ed arboree pioniere (generalmente caratterizzate da buone capacità di consolidamento del suolo), nella definizione della predisposizione al dissesto di queste zone non si può prescindere da alcune situazioni strutturali ed idrogeologiche che risultano sfavorevoli alla stabilità superficiale dei versanti terrazzati.

In particolare, la mancata manutenzione delle opere di regimazione delle acque determina situazioni di disordine idraulico e ristagno idrico nel corpo delle fasce; l'appesantimento del terreno contribuisce all'aumento delle spinte su muri di contenimento in pietrame a secco che, a loro volta, risultano dissestati ed indeboliti per mancanza di manutenzione. Come conseguenza di queste situazioni e dei recenti eventi alluvionali, su tutto il bacino si sono

verificati decine di eventi franosi superficiali (soil slips) che, in mancanza di interventi di sistemazione, potranno dare origine a fenomeni di maggiore entità.

### Indice di efficienza idrogeologica

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

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

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

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

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

*Indice di protezione dall'acqua cadente (Fe):*

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

*Indice di protezione dall'acqua dilavante (Pd):*

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

#### 2. Stabilità fisica del soprassuolo, sulla base della densità del soprassuolo arboreo ed il rapporto tra altezza e diametro degli individui

- a) densità del soprassuolo arboreo da normale a rada, sia in fustaia che ceduo con  $H_m < 100 D_m$  ( $H_m$ = altezza media del soprassuolo dominante;  $D_m$ = diametro medio del soprassuolo dominante);
- b) densità del soprassuolo arboreo da alta a molto alta sia in fustaia che in ceduo con  $H_m \geq 100 D_m$ .

### 3. Presenza/assenza di fenomeni di erosione concentrata

- a) assenza di erosione o erosione idrica incanalata con rigagnoli e canaletti di erosione, scarsi e profondi pochi centimetri;
- b) 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;
- c) 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	$Id > 5$

Ad ogni tipologia di uso del suolo in relazione all'indice di efficienza idrogeologica è stato attribuito un parametro chiamato CN (Curve Number) compreso fra 0 e 100.

Questo parametro valuta la capacità di ogni singola tipologia, di assicurare una maggiore o minore infiltrazione idrica ed una maggiore o minore erosione superficiale.

Il Curve Number è determinato in base all'uso del suolo, alle lavorazioni e al tipo di suolo dove valori più bassi corrispondono a suoli in grado di garantire una maggiore capacità di assorbimento idrico.

#### Funzionalità idrogeologica delle classi d'uso del suolo del torrente Varenna

Le categorie di uso del suolo alle quali è stato attribuito un indice di efficienza idrogeologica coprono 21,05 Km<sup>2</sup>, ossia il 96,30% del totale.

Nella tabella sottoriportata è indicata la ripartizione della superficie del territorio nelle tre classi di efficienza in Km<sup>2</sup>, ha ed in percentuale.

funzionalità	superficie (Km <sup>2</sup> )	superficie (ha)	%
alta	5,90	590	26,99
media	4,12	412	18,85
bassa	11,03	1103	50,46

Le formazioni vegetazionali con funzionalità idrogeologica maggiore sono rappresentate dalle **formazioni boscate ad angiosperme** anche se a causa del regime di abbandono delle attività selvicolturali di utilizzazione, i castagneti allevati a ceduo tendono spesso a formare

soprassuoli molto densi, determinando la formazione di fusti "filati" di scarsa 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 **formazioni a pino marittimo** risultano avere funzionalità medio-bassa a causa del degrado causato dagli attacchi di *Matsucoccus feytaudi*.

La quasi totalità delle **praterie** è caratterizzata da valori di funzionalità molto bassi, influenzati, oltre che dalle caratteristiche floristiche del cotico erboso e dalle condizioni di irrazionale utilizzazione, da condizioni di grande "fragilità" dei suoli sui quali si estendono; si tratta infatti di suoli derivanti da substrati ofiolitici, molto sciolti e drenanti, ma soprattutto facilmente esposti ad alterazioni dell'orizzonte superficiale, soggetto a troncature ed asportazioni conseguenti ad erosioni superficiali ed incanalate (dovute anche all'azione congiunta di incendi, eventi meteorici intensi, azioni antropiche, ecc.), impedendo così l'evoluzione del profilo pedologico.

Negli **arbusteti** derivanti da ex coltivi, spesso presenti su superfici terrazzate, l'indice è fortemente condizionato da situazioni di potenziale instabilità delle strutture di sostegno dei terrazzamenti (muri a secco) e dall'abbandono della manutenzione delle opere di sistemazione idraulico-agraia. Inoltre, in quasi tutti i casi la densità del soprassuolo arbustivo non è colma, dando origine a disformità nell'intercettazione delle piogge e nelle altre funzioni di difesa del suolo.

Gli **ex coltivi** sono una tipologia caratterizzata da una forte predisposizione al dissesto idrogeologico, in quanto si tratta di superfici che, nel passato, sono state ottenute e mantenute per azione diretta dell'uomo; venendo a mancare questa azione di presidio umano, vengono meno gli apporti di energia esterna indispensabili al mantenimento di situazioni artificiali. In molti casi, l'affermazione di vegetazione spontanea consente l'evoluzione del soprassuolo verso forme più stabili ed in maggiore equilibrio con l'ambiente, con migliori condizioni di funzionalità idrogeologica. Ma quando gli ex coltivi si determinano su superfici terrazzate, l'evoluzione del soprassuolo, anche in relazione ai tempi, potrebbe non verificarsi a causa dei fenomeni di dissesto che potrebbero instaurarsi nel frattempo.

Le **colture eterogenee** hanno un indice di efficienza bassa a causa della scarsa protezione esercitata nei confronti dell'acqua cadente e dilavante. Trattandosi di una tipologia colturale legata all'attività antropica, la definizione delle classi di funzionalità idrogeologica è stata determinata in larga misura dalle condizioni attuali di coltivazione delle singole aree; inoltre, in particolare per quanto riguarda la funzionalità idrogeologica, assume grande importanza tutta la fase di manutenzione delle opere di regimazione idraulico-agraia.

Le **cave**, le **rocce nude** e le **aree con vegetazione rada** hanno indice basso.

## 2.6 Descrizione della rete idrografica

Il torrente Varenna nasce nei pressi dell'abitato di Camposilvano, dalla confluenza del rio Vaccarezza e del rio del Grillo. Il rio Vaccarezza ha origine nei pressi delle pendici del Monte Roccamaiia (altitudine 696 m.s.l.m.), mentre il rio del Grillo ha origine sulle pendici del Monte Proratado (926 m.s.l.m.).

Dopo la confluenza, il corso del Varenna si sviluppa prevalentemente in direzione Nord-Sud, con andamento sinuoso, fino allo sbocco a mare nei pressi dell'abitato di Pegli.

I principali affluenti sono:

- **in sponda destra** i rii Gandolfi, Taggia e Cantalupo
- **in sponda sinistra** i rii Dei Corvi, Lavino, Poma e Razzara

Il bacino idrografico del torrente Varenna è delimitato

- **a Ovest** dai monti Bric Grimaldi (229 m.s.l.m.), Bric Delle Monache (447 m.s.l.m.), Scogli Neri (617 m.s.l.m.), Riondo (713 m.s.l.m.), Pennello (945 m.s.l.m.),
- **a Nord** dai monti Foscallo (980 m.s.l.m.), Proratado (926 m.s.l.m.), Roccamaia (696 m.s.l.m.),
- **a Est** dai monti Bric Dell'Omo (794 m.s.l.m.), Bric Barduso (485 m.s.l.m.) e dal Monte Contessa (545 m.s.l.m.).

Le pendenze medie dei versanti sono comprese tra il 40 ed il 60%, sia nella parte alta che nella parte bassa del bacino.

La lunghezza dell'asta principale è di circa 11 km e la sua pendenza media è pari, nella parte alta del bacino, a circa il 16%, nella parte pedemontana a circa il 4%, mentre nella parte bassa scende al valore medio del 1,5 %.

La quota massima del bacino è di 995 m.s.l.m., in corrispondenza del Monte Pennello, mentre la quota media è di circa 300 m s.l.m.

**La superficie totale del bacino imbrifero è circa 22 km<sup>2</sup>**

Per quanto riguarda l'assetto insediativo, procedendo da monte verso valle, si trovano alcuni piccoli nuclei sparsi lungo il fondovalle, come San Carlo di Cese, Carpenara e Chiesino, mentre il tratto terminale risulta fortemente urbanizzato per la presenza dell'abitato di Pegli.

Per quanto riguarda le condizioni dell'alveo principale, e dei rivi minori, essi hanno risentito in maniera evidente delle conseguenze degli eventi alluvionali del Settembre 1993 e del Novembre 1994; si sono potute infatti individuare numerose frane e smottamenti superficiali sui versanti e, frequentemente, a margine dell'alveo principale. Conseguenza di ciò è stato un notevole apporto di sedimenti in alveo che ha causato, nella parte media e bassa dell'asta principale, una forte tendenza al sovralluvionamento.

Per quanto riguarda gli affluenti, il maggiore di essi è il rio Cantalupo (rio Gambaro nella parte alta), che sottende una superficie di 4.93 kmq, il quale confluisce nel torrente Varenna in località Tre Ponti. Seguono i rii Vaccarezza, Del Grillo e Gandolfi, con superfici sottese rispettivamente pari a 3.32, 2.73 e 2.70 kmq.

Gli altri sottobacini principali (rio dei Corvi, rio Taggia, rio Lavino, rio Poma e rio Razzara) hanno invece superfici minori di 1 kmq.

Nell'allegato *Pluviometria e idrometria*, nonché sulla *Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura* in scala 1:10000, sono riportati i limiti del bacino del torrente Varenna, delimitati dallo spartiacque individuato sulla cartografia tecnica regionale, e la suddivisione nei sottobacini dei rii Vaccarezza, del Grillo, Gandolfi, dei Corvi, Taggia, Lavino, Poma, Cantalupo e Razzara. Sono inoltre tracciate le aree scolanti non comprese nei suddetti bacini.

Per ogni sottobacino sono state individuate le sezioni di chiusura, numerate da 1 a 9 a partire da monte verso valle e sull'asta principale sono state inserite n. 8 sezioni, contraddistinte con le lettere A, B, C, D, E, F, G, ed H, a cui competono anche le aree scolanti.

Per ogni sottobacino ed ogni sezione di chiusura sono stati determinati i parametri fisici necessari per le successive determinazioni idrologiche.

In particolare per ciascuna sezione di chiusura sono stati determinati:

la superficie sottesa	$S$ [km <sup>2</sup> ]
la quota media del sottobacino o area scolante sotteso	$H_m$ [m s.l.m.]
la quota massima	$H_{max}$ [m s.l.m.]
la quota della sezione di chiusura	$H_0$ [m s.l.m.]
la lunghezza dell'asta principale	$L$ [km]
la pendenza media dell'asta	$i_{fa}$ [%]
la pendenza media dei versanti	$i_{fv}$ [%]

Per le sezioni di chiusura individuate sull'asta principale, i dati riportati in tabella si riferiscono al bacino sotteso dalla sezione nella sua interezza. Ad esempio la pendenza media dell'asta non si riferisce al tratto compreso tra la sezione di chiusura in oggetto e quella a monte, ma bensì a tutta l'asta, dall'origine alla chiusura.

Nell'Allegato *Pluviometria e idrometria* sono riportate le tabelle con i valori dei suddetti parametri fisici relativi a ciascuno dei 9 sottobacini e delle 8 aree scolanti.

## 2.7 Idrologia di piena

### Pluviometria

Ai fini della determinazione delle portate di piena con assegnati tempi di ritorno sono stati esaminati i dati pluviometrici disponibili all'interno del bacino e nelle aree limitrofe.

Le stazioni di misura che sono risultate più significative sia per la completezza della serie storica dei dati che per loro ubicazione sono le stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Madonna della Guardia (stazione n. 620) e Santuario Nostra Signora delle Grazie (stazione n. 570)

Nessuna delle due stazioni è posta all'interno del bacino del torrente Varenna.

La stazione di Madonna della Guardia è ubicata a quota 814 m s.l.m., nel bacino che conferisce al T. Polcevera, a circa 800 m a Est della parte nord occidentale dello spartiacque che delimita il bacino del T. Varenna .

La stazione Santuario di Nostra Signora delle Grazie è ubicata a quota 159 m s.l.m. nella parte sud occidentale del bacino del torrente Leiro, a circa 1 km a monte di Voltri, circa 6 km a ponente di Pegli.

Le altre stazioni del Servizio Idrografico non sono risultate utilizzabili per aver avuto un periodo di funzionamento limitato (S. Alberto, Pegli e Voltri), o poco significative per essere troppo distanti o ubicate sul versante padano (Masone).

Esiste anche una stazione meteorologica ubicata presso l'Aerostazione di Genova, prima gestita dall'Aeronautica Militare ed oggi gestita dalla Sezione Meteorologica dell'Azienda

Autonoma Assistenza al Volo Aeroporto Cristoforo Colombo. Detta stazione dal 1990 funziona con strumentazione elettronica e registra i dati con scansione temporale di 5 minuti; tuttavia non è stato possibile utilizzare i dati registrati per le elaborazioni idrologiche in quanto l'ente gestore non li ha messi a disposizione per il presente Piano.

Esistono misure delle precipitazioni effettuate dall'Acquedotto De Ferrari-Galliera a Pegli, tuttavia riportano solo le misure totali giornaliere e quindi non sono utilizzabili per le elaborazioni richieste.

Sono stati acquisiti anche i dati forniti dall'A.M.I.U. registrati presso una stazione ubicata nella discarica di Scarpino. Le registrazioni, fornite su dischetto magnetico, riguardano gli anni 1991, 1992 e 1994, e vi sono riportate le precipitazioni con scansione oraria. Questi dati non sono stati utilizzati a causa della brevità della serie storica.

Considerata l'ubicazione delle stazioni, le serie storiche disponibili e la tipologia dei dati, per le elaborazioni idrologiche descritte nel seguito sono stati utilizzati i dati registrati presso le stazioni di *Madonna della Guardia* e *Santuario Nostra Signora delle Grazie*, che risultano rappresentativi i primi per le precipitazioni che avvengono nella parte montana del bacino ed i secondi per la parte cittadina; le aree di competenza delle due stazioni sono state valutate considerando la morfologia del territorio, l'andamento degli spartiacque, la quota altimetrica e la distanza dalla stazione di misura.

Nell'Allegato "Pluviometria e idrometria" è riportato un prospetto con l'indicazione della disponibilità delle serie storiche dei dati registrati nelle stazioni sopra indicate dal 1937 al 1994.

Ai fini della determinazione delle portate di piena con assegnati tempi di ritorno fra i dati disponibili sono stati raccolti i valori massimi di precipitazione per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore e inferiori ad 1 ora per le precipitazioni di forte intensità e breve durata.

Ove i dati non risultavano pubblicati ufficialmente dal Servizio Idrografico, e cioè dopo il 1989, si è provveduto ad acquisire i dati dalla lettura delle strisce pluviometriche registrate dagli strumenti, mediante digitalizzazione delle strisce stesse ed estrapolazione dei valori massimi annuali delle altezze di pioggia di durata 15 minuti, 30 minuti, 45 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore.

Nell'Allegato "Pluviometria e idrometria" sono riportate le tabelle con le piogge massime annuali di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore delle stazioni di *Madonna della Guardia* e *Santuario Nostra Signora delle Grazie*.

La lunghezza temporale delle serie di dati è tale da consentire un'analisi probabilistica finalizzata alla determinazione delle curve di possibilità climatica per diversi tempi di ritorno.

Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando la legge probabilistica asintotica del massimo valore (legge di Gumbel): tale distribuzione, infatti, viene comunemente utilizzata per rappresentare i valori estremi di una possibile realizzazione.

Indicando con  $h[mm]$  la variabile altezza di pioggia, con  $P(h)$  la sua probabilità cumulata, con  $m(h)$  la media e con  $s(h)$  lo scarto quadratico medio, la distribuzione Gumbel si scrive:

$$P(h) = \exp\left[-\exp\left[-a*(h - u)\right]\right]$$

dove:

$$a = \frac{1.283}{s(h)}$$
$$u = m(h) - \frac{0.577}{a}$$

Per le serie di dati pluviometrici di ciascuna durata si sono quindi dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando, per la stima di  $m(h)$  e  $s(h)$ , il metodo dei momenti. Poi sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata  $P(h)$ .

Si è quindi passati a costruire le curve di possibilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

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

dove  $h[mm]$  rappresenta l'altezza di pioggia per la durata  $t[ore]$  dell'evento, mentre  $a$  ed  $n$  sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di  $a$  e di  $n$  sono stati ricavati per diversi tempi di ritorno  $T [anni]$  mediante interpolazione ai minimi quadrati, su piano logaritmico, dei valori di  $h [mm]$  al variare della durata  $t [ore]$  per un prefissato valore di  $T [anni]$ .

Sono state considerate, come detto, le piogge di durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore, trascurando le piogge di durata inferiore all'ora: i dati relativi alle piogge di breve durata, infatti, sono risultati scarsamente attendibili, sia per la brevità della serie, sia per il tipo e la qualità di restituzione della striscia pluviografica.

Nell'allegato "Pluviometria e idrometria" sono riportate, in forma numerica, tali curve di possibilità pluviometrica per periodi di ritorno pari a 100, 200 e 500 anni, con evidenziati i corrispondenti valori dei parametri  $a$  ed  $n$ .

Si nota come i valori relativi a Madonna della Guardia risultano sempre superiori a quelli del Santuario N.S. delle Grazie di una percentuale che va dal 30% a oltre il 50%.

### Portate di piena

Le elaborazioni e le metodologie di calcolo di seguito riportate sono state finalizzate alla determinazione delle portate di piena, con assegnato periodo di ritorno, in un certo numero di sezioni notevoli del reticolo del corso d'acqua esaminato: tali sezioni sono state individuate alla chiusura dei sottobacini principali (designate con numerazione da 1 a 9 da monte verso valle), e sull'asta principale subito a monte di ogni confluenza, comprendendo anche le aree che scolano direttamente in alveo (designate con le lettere dalla A alla H, da monte verso valle). Per ciascuna sezione di chiusura considerata, si sono ricalcolati i parametri caratteristici delle aree che hanno recapito in quella sezione. La sezione H, ad esempio, sottende tutto il bacino del Varenna.

Il metodo utilizzato nella valutazione di tali portate è di tipo indiretto, non essendo disponibile su tale bacino alcuna stazione idrometrica: sono stati quindi utilizzati dati di pioggia i quali, con opportuni algoritmi desunti da considerazioni di tipo idrologico, vengono trasformati in portate liquide. In particolare si è utilizzato un modello afflussi-deflussi basato sull'integrale di convoluzione degli apporti idrici.

E' stata inoltre calcolata, per tutte le sezioni prese in esame, la portata di piena dalla *Curva Inviluppo delle portate di piena dei corsi d'acqua della Liguria con versante tirrenico*, edita dal Servizio Idrografico di Genova aggiornata dopo l'alluvione del 1970. Tali portate sono state quindi confrontate con quelle desunte dall'analisi idrologica, al fine di associare, in linea di massima, alle portate della C.I., un periodo di ritorno.

I risultati dell'operazione sono riportati nella tabella dell'Allegato "Pluviometria e idrometria".

Il presente Piano si propone pertanto di fornire indicazioni in merito alle portate da adottarsi alla base della progettazione delle opere destinate ad interferire con i deflussi del corso d'acqua in esame e dei suoi affluenti.

### **Modello afflussi-deflussi**

Il modello adottato nel presente Piano è costituito da una prima parte di trasformazione della pioggia di progetto in volume specifico di ruscellamento, basata sull'interpretazione hortoniana (non lineare) del processo di assorbimento da parte del terreno, e da una seconda parte caratterizzata da un modello lineare di formazione della piena attraverso la rete idrografica, basato sul modello dei serbatoi in cascata di Nash.

I passi principali della metodologia di calcolo utilizzata si possono così sintetizzare:

- *determinazione della curva di possibilità pluviometrica caratteristica di ciascuna stazione pluviometrica, attraverso l'analisi e l'interpretazione statistica delle serie storiche disponibili;*
- *stima del tempo di corrivazione  $t_c$  di ogni bacino, attraverso due formulazioni disponibili;*
- *valutazione degli ietogrammi di progetto e della pioggia netta attraverso la parametrizzazione geologica e vegetazionale dei versanti, per ogni bacino;*
- *costruzione degli idrogrammi unitari istantanei, tramite modello di Nash, per ogni bacino;*
- *calcolo dell'idrogramma di piena e della portata massima al colmo con assegnato tempo di ritorno, tramite integrale di convoluzione, per ogni sezione di chiusura considerata.*

Ai fini del calcolo sono state utilizzate le curve di possibilità climatica delle stazioni di Madonna della Guardia e del Santuario N. S. delle Grazie che, per la loro ubicazione plano-altimetrica e il numero di dati storici disponibili risultano le più adatte a rappresentare il fenomeno della precipitazione intensa sul bacino. In particolare è stata utilizzata la curva di possibilità climatica della stazione di Madonna della Guardia per la parte montana e mediana del bacino (rii Vaccarezza, del Grillo, Gandolfi, dei Corvi, Taggia, Lavino, Poma e Cantalupo), e quella della stazione del Santuario di N. S. delle Grazie per la parte terminale (rio Razzara).

Il tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino, che rappresenta il tempo che impiega una particella d'acqua per percorrere il tracciato idraulicamente più lungo della rete di drenaggio, fino alla sezione di chiusura, è stato stimato attraverso due formulazioni, ed è stato assunto pari ad una "media ragionata" dei due risultati; più precisamente sono stati utilizzati le formulazioni di:

#### **Giandotti:**

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

in cui  $A [km^2]$  è l'area del bacino sotteso,  $L [km]$  è la lunghezza dell'asta principale,  $H_m$  e  $H_0 [m s.l.m.]$  sono rispettivamente la quota media del bacino e la quota alla sezione di chiusura;

#### **Viparelli:**

$$t_c = \frac{1}{3600} \frac{L}{v} \quad [\text{ore}]$$

con  $L [m]$  lunghezza del percorso idraulicamente più lungo,  $v$  velocità media  $[m/s]$  di percorrenza del reticolo (compresa tra 1 e 1,5 m/s).

I tempi di corrivazione calcolati con entrambe le formulazioni, ed il tempo di corrivazione di calcolo assunto, per tutti i sottobacini, e per tutte le superfici sottese dalle sezioni di cui si è valutata la portata, sono tabellati nell'Allegato "Pluviometria e idrometria".

Successivamente sono stati costruiti gli *ietogrammi di progetto*.

Si ricorda brevemente che si indica come *ietogramma di progetto* l'evento pluviometrico teorico, caratterizzato da un assegnato tempo di ritorno, costruito in base ad elaborazioni statistiche, che viene utilizzato per la modellazione dell'evento idraulico: esso consiste, in sintesi, nell'input che sollecita il sistema "bacino idrologico"

Nel caso in esame sono stati adottati ietogrammi di tipo Chicago con picco ritardato, i quali prevedono un andamento crescente dell'intensità di pioggia sino al valore massimo in corrispondenza della fine dell'evento considerato.

Tali ietogrammi sono caratterizzati dalla proprietà di mantenere per ogni durata misurata rispetto al picco, l'intensità media di precipitazione congruente con quella definita dalla curva di probabilità pluviometrica.

Si è assunto uno ietogramma ad intensità crescente da un minimo iniziale ad un massimo in corrispondenza della fine dell'evento, per non sottostimare la quantità di acqua che scorre superficialmente a causa della saturazione del suolo.

La durata dell'evento è stata quindi assunta superiore al tempo di corrivazione  $t_c$ , cioè pari a 180 minuti.

Gli ietogrammi di progetto non sono stati in seguito ragguagliati all'area per tenere conto delle variazioni dell'intensità di pioggia sull'area durante l'evento considerato, poiché si è notato, nel lavoro realizzato sul tratto terminale del torrente Varenna che, utilizzando il metodo italiano, tale ragguaglio fornisce, per il bacino in esame, un coefficiente riduttivo pari a 0.97: si è preferito quindi trascurare il ragguaglio all'area (considerare cioè il coefficiente unitario), non commettendo un errore sensibile, rimanendo peraltro in favore di sicurezza.

Successivamente si è proceduto, per ogni ietogramma, al calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale, ottenuta depurando gli ietogrammi dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Si è adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come *Curve Number* proposto dal Soil Conservation Service.

Come noto tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove  $h_n$  [mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento,  $h_r$  [mm] è il volume specifico affluito ragguagliato all'area, pari, in questo caso, al volume specifico affluito,  $S$  [mm] è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso, mentre  $I_a$  [mm] rappresenta la quota parte del volume affluito, che si infila prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di  $S$  viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

La stima del parametro  $CN$  dipende dalla natura idrologica del suolo in relazione alla permeabilità e all'uso del territorio.

Per la valutazione del CN, per ogni sottobacino considerato, si è proceduto nel seguente modo<sup>1</sup>:

*sulla base delle caratteristiche geologiche, è stata attribuita, ad ogni area in esame, una classe, in funzione della permeabilità, contrassegnata dalle lettere dalla A alla D (intendendo con A le rocce ed i terreni più permeabili, e con D le rocce ed i terreni meno permeabili); sulla scorta delle caratteristiche vegetazionali, e di tale classificazione geologica, si sono individuati, tramite tabella (vedi op. citata) i valori del CN.*

Per ottenere i valori di tale parametro sui vari bacini presi in esame, sono state eseguite medie pesate sulle superfici.

Quale valore di  $I_G$ , si è adottata la relazione suggerita dal Soil Conservation Service ( $I_G=0.2*S$ ).

Applicando la depurazione delle piogge infiltrate agli ietogrammi "Chicago", si sono ottenuti gli ietogrammi di progetto, al netto della quantità di acqua infiltrata, che non partecipa al ruscellamento superficiale.

Tali ietogrammi di progetto, relativi ai tempi di ritorno di 100, 200 e 500 anni, per tre sezioni di chiusura, sono riportati nell'Allegato "Pluviometria e idrometria".

In seguito si è provveduto al calcolo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH), per ogni bacino considerato; esso rappresenta la risposta del sistema ad una sollecitazione di tipo impulsivo, avente cioè intensità infinita e durata infinitesima (e quindi area unitaria). L'idrogramma unitario istantaneo racchiude quindi sinteticamente in sé le caratteristiche fisiche del bacino in esame, quali la pendenza media, la morfologia, la densità media del reticolo etc, attraverso la dipendenza dal tempo di corrivazione del bacino  $t_c$ .

Il calcolo dell'IUH è stato effettuato tramite il modello di Nash che simula il comportamento del bacino con una cascata di  $n$  serbatoi posti in serie; esso assume la forma :

$$I(t) = \frac{1}{K \cdot (n-1)!} \cdot \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} \cdot e^{-\frac{t}{K}}$$

dove  $k$  è la costante caratteristica dei serbatoi che simulano il comportamento del bacino, e  $n$  il numero degli stessi. Nel caso in esame si è assunto:

$$n = 3 \\ K = 0.5 \cdot t_c / (n-1),$$

in cui  $t_c$  è il tempo di corrivazione del bacino precedentemente calcolato.

Una volta disponibili gli ietogrammi di progetto e l'idrogramma unitario, sono stati calcolati gli idrogrammi di piena per ogni periodo di ritorno considerato, attraverso l'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = S \cdot \int_0^t I(t-\tau) \cdot p(\tau) \cdot d\tau$$

il quale permette di legare la portata uscente  $Q(t)$  dalla sezione di chiusura del bacino considerato (output del sistema), all'intensità della pioggia netta  $p(t)$  (input del sistema), attraverso l'IUH che, come detto, sintetizza la risposta del bacino (risposta del sistema).

L'integrazione è stata effettuata utilizzando metodi numerici con passo temporale pari a 5 minuti; il risultato dell'integrazione ha fornito quindi i valori della funzione  $Q(T)$ , la quale assume la tipica forma "a campana", caratterizzata da un ramo crescente di formazione della piena, da un colmo, e da una coda di esaurimento. Il valore al colmo dell'idrogramma fornisce la portata massima per il periodo di ritorno considerato.

<sup>1</sup> Cfr. Raphael Brass "Hidrology" pagg. 366-369

Nell'Allegato "Pluviometria e idrometria" sono riportati i valori delle portate di piena ricavate con l'analisi idrologica per i periodi di ritorno di 100, 200 e 500 anni, per tutte le sezioni di chiusura considerate, unitamente allo schema del bacino principale, sul quale sono riportate le sezioni di chiusura stesse. In particolare sono state indicate rispettivamente con i numeri da 1 a 9 le sezioni di chiusura dei sottobacini dei rii Vaccarezza, Del Grillo Gandolfi, Dei Corvi, Taggia, Lavino, Poma, Cantalupo e Razzara, e con le lettere dalla A alla H i bacini risultanti dalla chiusura, sull'asta principale, in corrispondenza delle affluenze. La sezione di chiusura A, ad esempio, rappresenta il tratto dell'asta principale compreso fra le confluenze dei rii Vaccarezza con il rio del Grillo, e del rio Gandolfi (e comprende l'abitato di San Carlo di Cese), mentre la sezione H rappresenta il tratto compreso fra la confluenza del rio Razzara e lo sbocco a mare, e chiude tutto il bacino del torrente Varenna.

Si osserva che nelle sezioni E e G le portate massime, per i vari tempi di ritorno, risultano rispettivamente minori di quelle relative alle sezioni D e F, sebbene sottendano un bacino avente superficie maggiore: ciò è dovuto all'effetto di invaso del bacino stesso, e dalla forma dell'idrogramma unitario istantaneo.

Infatti le aree scolanti ed i sottobacini che hanno recapito nelle sezioni E e G (e non nella D o nella F), hanno tempi di corrivazione relativamente alti (versanti meno ripidi, minore altezza media), contribuendo quindi ad aumentare il tempo di corrivazione del bacino sotteso, ed ad appiattire l'IUH, con conseguente riduzione del carattere impulsivo del bacino stesso e, conseguentemente, della portata al colmo in un evento intenso, caratteristico del versante tirrenico della Liguria.

Si precisa comunque che i volumi defluiti complessivamente durante l'evento (integrale sul tempo dell'idrogramma di piena), risultano maggiori nelle sezioni che chiudono bacini aventi superfici maggiori, come imposto dall'equazione di continuità.

### **Curva inviluppo**

Al fine di effettuare il confronto con le portate risultanti dall'analisi idrologica è stata ricavata la portata risultante dalla *Curva Inviluppo delle portate di piena dei corsi d'acqua della Liguria con versante tirrenico*, riportata graficamente in Allegato "Pluviometria e idrometria".

Ad esempio, per il calcolo della portata alla foce, risulta che, ad una superficie del bacino pari a 22 kmq corrisponde un valore del contributo unitario di piena pari a  $20.4 \text{ m}^3/\text{s kmq}$ , da cui si ricava una portata di piena di:

$$Q = 22 \cdot 20.4 = 448,8 \text{ m}^3/\text{s} \approx 450 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Sulla base delle elaborazioni precedentemente descritte, ovvero confrontando tale valore di portata con quello desunto dall'analisi idrologica precedentemente illustrata, a tale valore è associabile un tempo di ritorno superiore ai 500 anni.

Nella tabella delle portate, nell'Allegato "Pluviometria e idrometria", sono riportate anche le portate valutate con la Curva Inviluppo dei Torrenti Liguri con Versante Tirrenico, aggiornata dopo le alluvioni del 1970, osservando che non sono state calcolate le portate dei sottobacini aventi superficie minore di 1 kmq, poiché l'impiego della curva dell'Ing. Cati (ricavata da osservazioni su bacini di superfici maggior ai  $10 \text{ km}^2$ ) è consigliato per bacini di dimensioni maggiori di 2 kmq.

Si possono rilevare le seguenti brevi osservazioni:

la portata desunta dall'applicazione della Curva Inviluppo risulta avere periodo di ritorno dell'ordine dei 100 anni, o minore, per i bacini montani, quali i rii Vaccarezza, del Grillo e Gandolfi, mentre tale portata assume periodi di ritorno decisamente maggiori (500 anni) per bacini vallivi e per il bacino principale del T. Varenna; ciò deriva dal fatto che i bacini montani hanno versanti ed asta principale con pendenza elevata, ed hanno tempi di corrivazione paragonabili con le durate delle piogge critiche, per i nostri climi, per cui hanno idrogrammi di piena caratterizzati da una forma molto "appuntita".

Per concludere il presente studio idrologico, sono stati riportati nell'allegato "Pluviometria e idrometria" anche i seguenti elaborati:

- tabella riassuntiva, per ogni sottobacino, dei parametri idrologici (tempo di corrivazione calcolato con le formulazioni di Giandotti e di Viparelli e valore di calcolo adottato, ed il Curve Number CN, valutato con l'analisi geologico-vegetazionale);
- ietogrammi di progetto, del tipo Chicago, per tre sezioni di chiusura notevoli (Sezione A - San Carlo di Cese, Sezione E - Chiesino, Sezione H - Pegli-sbocco a mare), con riportate le piogge lorde e le piogge efficaci, per i tempi di ritorno considerati, pari a 100, 200 e 500 anni;
- idrogrammi unitari istantanei dei bacini chiusi dalle tre sezioni notevoli considerate (sezioni A, E e H);
- idrogrammi di piena relativi alle tre sezioni di chiusura, per i tempi di ritorno di 100, 200 e 500 anni;
- schema del bacino in esame con indicate le sezioni di chiusura considerate.

### **3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO**

#### **3.1 Premessa**

Esistono situazioni naturali particolari che limitano fortemente o addirittura inficiano la possibilità di un utilizzo potenziale delle parti di territorio ove esse si manifestano; in generale si tratta di fenomeni legati alla instabilità attiva o potenziale dei versanti, situazioni di disequilibrio vegetazionale, incidenza di fenomeni meteorologici rilevanti e presenza di emergenze naturalistiche significative (fitocenosi di elevato livello qualitativo).

In particolare nel bacino del torrente Varenna esistono delle zone ad alta franosità: la presenza di tali aree comporta la necessità di inserire nella parte normativa vincoli per la salvaguardia del territorio circostante per non aumentare il grado del dissesto o ampliarne l'areale ed in generale per incentivare azioni che tendano ad un recupero di equilibrio complessivo.

Le cause di degrado ambientale prodotte da interventi antropici sono presenti in una certa misura nel bacino del torrente Varenna: esiste infatti al suo interno un polo estrattivo composto da diverse cave sia attive che abbandonate.

Inoltre gran parte della zona valliva del bacino presenta un intenso sviluppo dell'urbanizzato con un forte incremento della percentuale del suolo impermeabilizzato e relativa diminuzione dei tempi di corrivazione, diverse infrastrutture di stoccaggio di prodotti petroliferi la cui distribuzione si è strutturata anche a spese degli alvei dei corsi d'acqua e centrali di trasformazione di energia che interferiscono con il deflusso delle acque di piena.

Altri fattori limitanti l'utilizzo del territorio sono: la presenza di aree destinate nel passato alla coltura del castagneto da frutto e del ceduo; il progressivo abbandono di questa attività ha causato il degrado di vaste porzioni di territorio, causando anche il cedimento di parte

dei terrazzamenti antropici ormai non più presidiati; la presenza di pinete a pino marittimo di origine completamente artificiale; il ripetersi degli incendi boschivi con cadenza molto ravvicinata ha favorito l'espansione massiccia di specie infestanti che impoveriscono ulteriormente il suolo. Una menzione particolare meritano le emergenze naturalistiche, intese nel senso di buona condizione della vegetazione esistente, che non rappresentano un fattore negativo ma al contrario un elemento da tutelare.

Infine il particolare regime climatico presente nella zona e comune a buona parte del versante marittimo della provincia, che ha assunto negli ultimi anni caratteristiche progressivamente peggiori con piogge particolarmente intense e concentrate, comporta la necessità di tutelare l'integrità e la qualità dell'alveo dei corsi d'acqua onde consentire lo smaltimento della massima piena; laddove questi fenomeni hanno prodotto in passato inondazioni o allagamenti, queste porzioni di territorio devono essere assoggettate, sino a che non siano effettuati interventi di riqualificazione idraulica, a specifiche normative tese ad indicare condizioni di salvaguardia per la definizione di politiche di gestione più compatibili ed integrate rispetto alla situazione complessiva del bacino.

Del torrente Varenna, contrariamente ad altri corsi d'acqua esistenti sul versante tirrenico della Liguria ed, in particolare, nel territorio del Comune di Genova, non si hanno testimonianze certe e precise circa eventi alluvionali antecedenti a quelli degli anni 1993 e 1994. Dal rapporto del *PROGETTO AVI - Censimento delle Aree Italiane Vulnerate da calamità idrogeologiche*, edito nel 1994 dal CNR - Gruppo Nazionale per Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si apprende che vi sono stati tre eventi alluvionali che, anteriormente al 1993, hanno interessato il bacino del torrente Varenna: essi sono avvenuti il 2 Luglio 1930, il 2 Ottobre 1959 (ed hanno colpito l'abitato di Pegli), e l'8 giugno 1963 (in località Carpenara). Di questi eventi calamitosi, comunque, non si sono trovate notizie dettagliate sui quotidiani dell'epoca.

Si giunge quindi al 1993, e precisamente al 23 Settembre; uno studio condotto sui dati di pioggia ha evidenziato le seguenti osservazioni: la pioggia caduta sul pluviografo di Madonna della Guardia, fra le 11:00 e le 12:00, risulta essere la massima pioggia della durata di un'ora mai registrata dal medesimo strumento (108,8 mm), così come la massima pioggia della durata di tre ore, caduta dalle 09:00 alle 12:00 (214,2 mm); la massima pioggia della durata di 6 ore (291,6 mm), risulta invece essere la seconda, in ordine di intensità, mai registrata dallo strumento, ed inferiore a quella caduta nel 1970 (315.8 mm). Da ciò trova spiegazione il fatto che nel '93 siano andati in crisi i bacini minori della zona, aventi tempo di corrivazione dell'ordine di grandezza delle 2-3 ore, quali il Varenna, il Verde ed il Brevenna, e non quelli aventi tempo di corrivazione dell'ordine delle 5-6 ore, quali il Bisagno ed il Polcevera, che invece andarono in crisi nel '70.

In sintesi, le cause dell'alluvione del 1993, in accordo con l'elaborato della Scuola di Protezione Civile, Modulo 1994/1995 *Rischio di inondazioni da piene naturali*, sono da ricercarsi nella concomitanza di tre fattori:

- precipitazioni particolarmente violente;
- movimenti franosi, che hanno contribuito ad aumentare il trasporto solido ed il trasporto di galleggianti;
- interventi di origine antropica che hanno alterato in modo determinante il regime idraulico del corso d'acqua.

Per quel che riguarda invece l'evento del 4 novembre 1994, esso ebbe effetti decisamente meno tragici di quello dell'anno precedente; dal punto di vista idrologico, infatti, si è calcolato che, mentre nel settembre '93 le piogge di durata pari a 1, 3 e 6 ore furono tali da corrispondere ad eventi contraddistinti da un periodo di ritorno stimato rispettivamente

pari a 50, 250 e 150 anni, nel novembre '94 tali piogge ebbero tempi di ritorno circa pari a 10, 50 ed ancora 50 anni.

Nell'allegato "Pluviometria e idrometria" sono riportati gli ietogrammi e le piogge cumulate registrati il 23 settembre 1993 nelle stazioni di Madonna delle Grazie e dell'Aeroporto Cristoforo Colombo, e gli ietogrammi e le piogge cumulate registrati il 4 novembre 1994 dalla stazione dell'Aeroporto. Non si sono utilizzati i dati, relativi al 1994, della stazione AMIU di Scarpino, poiché essi hanno scansione pari ad 1 ora.

Si può quindi osservare come la pioggia della durata di un tempo confrontabile con il tempo di corrivazione del bacino (circa 3 ore), che si è visto essere quella critica per il torrente Varenna, caduta nel '93, fosse un evento a carattere estremo (periodo di ritorno pari a circa 250 anni). Inoltre, la mancanza di memoria storica degli eventi calamitosi, dovuta al fatto che il torrente Varenna, come detto, non ebbe recenti alluvioni, indusse un uso non sempre disciplinato e razionale del greto dello stesso: basti pensare al ponte ferroviario sito alla foce del torrente, il quale fu costruito in origine su 5 campate di archi e che oggi ha solo 2 campate in alveo, mentre le altre risultano essere alle spalle di insediamenti umani.

L'evento del 1994, comunque trovò un alveo profondamente diverso da quello esistente fino all'anno prima, soprattutto per la vegetazione: infatti il greto del Varenna, prima del settembre '93, risultava coperto da numerose piante ad alto fusto, i cui tronchi crearono problemi alle coperture ed ai ponti del tratto terminale (soprattutto alla piastra che ospita la centrale di trasformazione dell'ENEL), creando, a monte degli stessi, delle vere e proprie dighe che ne ostruirono, almeno in parte, le luci e causarono il superamento delle stesse.

### **3.2 Problematiche di tipo geomorfologico (Susceptività al dissesto dei versanti)**

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 suscettività 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 suscettività 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 suscettività 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 suscettività, porta alla "somma algebrica" di tali pesi e alla realizzazione di una "gradazione di suscettività" che copre l'intero territorio analizzato; tramite la definizione di range si ricava la Carta della suscettività al dissesto alla quale vanno sovrimposte alcune

categorie tra le quali le frane “quiescenti” e quelle “attive” rispettivamente nelle classi “alta” e “molto alta”; 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 sovraimposte, 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 “susceettività” con i dati di analisi ed è quindi facilmente rigenerabile in caso di aggiornamento.*

**limiti:**

- ☹ *Tiene conto di pochi parametri rispetto ai molteplici fattori che influiscono sulla suscettività al dissesto;*
- ☹ *I fattori di cui si tiene conto sono riferibili alla “scala di bacino”; non sono considerati pertanto i fattori locali, come ad esempio opere antropiche di taglio dei versanti, opere di regimazione delle acque, ecc.*
- ☹ *Essendo una procedura automatizzata opera una “generalizzazione” piuttosto spinta e non consente di trattare i casi singolarmente;*
- ☹ *essendo una procedura che analizza contemporaneamente l'intero territorio in questione rende complessa qualsiasi verifica sul territorio che non sia a campione.*

**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 [km<sup>2</sup>]

$A''n$  = Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle  $A'n$ . [km<sup>2</sup>]

$A_T$  = Area totale del bacino [km<sup>2</sup>]

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.

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

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
<b>COPERTURE DETRITICHE (GXX_DLT.DGN)</b>		
Coltri detritiche potenti (sup. 3 mt)	dt dt1 dt2	10
Depositi alluvionali terrazzati rec.	ar	5
Depositi alluvionali terrazzati ant.	aa	3
Depositi alluvionali mobili attuali	am	0
Grossi riporti	gr	10

Tabella 1

### Acclività dei versanti

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

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

Tabella 2

### Uso del suolo

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

CLASSE DI USO DEL SUOLO (gxx_uso.dgn)	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 3

### Geomorfologia

Oltre allo stato della roccia e 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 4).

<b>STATO DELLA ROCCIA (gxx_mor.dgn)</b>	<b>sigla</b>	<b>peso</b>
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
<b>COLTRI SOTTILI (inferiore a 3 m) (gxx_mor.dgn)</b>		
Granulometria indifferenziata	c	6
Granulometria grossolana	cg	6
Granulometria fine	cf	7
<b>AREE SPECIALI</b>		
Ex cave		3
Ex discardiche		3
<b>FENOMENI EROSIVI (Gxx_MRF.DGN)</b>		
Ruscellamento diffuso	rusc	5
Erosione diffusa	eros	5

Tabella 4

### Buffer

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

TIPOLOGIA DI BUFFER	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 5**

#### Classi di suscettività al dissesto

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

CLASSE DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	sigla	range
Molto bassa	Pg0	$Pg0 < 7$
Bassa	Pg1	$7 \leq Pg1 < 14$
Media	Pg2	$14 \leq Pg2 < 20$
Elevata	Pg3b	$Pg3b \geq 20$

**Tabella 6**

#### Classi sovrainposte

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

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

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

Tabella 7

### 3.3 Problematiche di tipo idraulico (Verifiche idrauliche e Aree inondabili)

#### Aree storicamente inondate

L'analisi degli eventi storici svolge un ruolo primario nell'identificazione delle zone soggette a possibili inondazioni. Infatti l'individuazione e la caratterizzazione delle aree che in passato sono state colpite da eventi calamitosi, rappresenta un momento essenziale per determinare, almeno in prima approssimazione, le aree potenzialmente inondabili, e per definire una gerarchizzazione delle situazioni di rischio. In particolare, dove non siano avvenuti cambiamenti radicali nella struttura urbana e nella rete idrografica, i dati storici possono essere utilizzati per definire le aree vulnerabili.

Per mappatura delle aree storicamente inondate si intende l'individuazione delle aree interessate da inondazioni, con riferimento alla frequenza con la quale tali eventi calamitosi si sono verificati.

Nella *carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate* allegata al Piano, è riportato il limite delle aree soggette a inondazioni storiche, così come indicate negli allegati alla D.G.R. n. 594/01.

Per quanto riguarda gli effetti causati dall'alluvione del 23 settembre 1993, partendo da monte verso valle si sono potute individuare le zone vulnerate di seguito esaminate nel dettaglio:

#### **Strada per Lencisa**

Il tratto della strada che collega la Val Varenna a Lencisa ed alla Val Polcevera che corre in fregio al rio Vaccarezza, nel tratto compreso tra Camposilvano e la località Il Lencio fu in gran parte sommerso dalla piena, che causò l'erosione, il crollo e l'asportazione di gran parte delle difese spondali in questo tratto.

In corrispondenza della località Il Lencio furono allagati due piccoli edifici adibiti a stalla.

Inoltre nella zona compresa tra Il Lencio e Lencisa la sede stradale fu invasa dalle acque in corrispondenza di tombini, piccoli rii secondari, etc, a testimoniare l'eccezionale intensità delle precipitazioni, che misero in crisi sia i collettori secondari, sia le aste principali dei torrenti.

Allo stato attuale tale strada si trova in uno stato di potenziale vulnerabilità, nonostante gli interventi di ripristino già attuati.

### **Camposilvano**

In tale località i maggiori problemi si ebbero in corrispondenza del tratto in cui, il rio del Grillo, confluendo da destra con il rio Vaccarezza, forma il torrente Varenna.

La notevole quantità di tronchi trasportati dalla piena portò alla parziale ostruzione della sezione del rio del Grillo, in corrispondenza del ponte ad arco, localizzato pochi metri a monte della confluenza. Tale ostruzione portò allo scavalco ed al danneggiamento del ponte stesso.

Altri problemi si verificarono in corrispondenza della passerella pedonale che attraversa il torrente Varenna pochi metri a valle della confluenza: tale passerella fu scavalcata e danneggiata dalla piena, che arrivò a lambire la casa, edificata in sponda sinistra a pochi metri dall'opera stessa.

### **San Carlo di Cese**

A monte dell'abitato di San Carlo di Cese, in corrispondenza del campetto sportivo, la piena causò l'erosione e l'asportazione dell'argine in sponda sinistra, e di parte del campo sportivo stesso.

In corrispondenza dell'abitato, dove cioè l'alveo subisce un brusco restringimento, la piena asportò una passerella pedonale ed una carrabile, ed allagò le abitazioni prossime al corso d'acqua sia in sponda destra che sinistra.

I danni maggiori si registrarono comunque in sponda sinistra, dove le case furono allagate fino ai primi piani.

Inoltre la velocità della corrente causò danni notevoli alle abitazioni.

Poco più a valle la piena scalzò le sponde di una briglia in c.a. ed interessò i piani terra delle villette in sponda destra. Nonostante i notevoli danni materiali non si registrarono perdite di vite umane.

Si nota il fatto che il paese rimase, dopo l'alluvione, a lungo isolato, essendo impraticabili sia la strada per Pegli che quella per Lencisa e che alcune famiglie dovettero abbandonare le proprie abitazioni.

### **Località Carpenara**

I danni maggiori furono l'asportazione di un ponte ad arco poco a monte dell'abitato, ed il crollo di un edificio di servizio di una cava abbandonata, in sponda sinistra, abitato da due pensionati, che perirono nel crollo.

Inoltre la zona degli insediamenti industriali fu allagata dal rio Taggia, un piccolo affluente di sponda destra fuoriuscito dalla sede naturale a causa di una frana.

Tale rio risulta ad oggi idraulicamente sistemato.

Come si è notato, Carpenara fu la zona più colpita, in termini di danni alle persone, avendo sofferto due vittime.

### **Località Chiesino**

In corrispondenza dell'abitato di Chiesino l'acqua fuoriuscì dall'alveo ed allagò le case in sponda sinistra. La corrente asportò un piccolo edificio adibito a stalla e deposito, e danneggiò soprattutto gli edifici più a monte.

Il guado che collegava la strada della Val Varenna con le abitazioni in sponda destra fu completamente asportato.

Tale guado, che fu ricostruito con materiali di fortuna, è stato scavalcato ed alluvionato dalla modesta portata transitata la prima settimana di settembre 1995, la quale ha inoltre eroso il rilevato che superava il dislivello esistente dal guado stesso alla strada provinciale.

A valle dell'abitato di Chiesino, la frana di notevoli dimensioni insistente sull'alveo, avvenuta di fatto nel 1994, fu probabilmente innescata dalle piogge e dall'erosione al piede dell'evento alluvionale del '93.

#### **Località Novagette**

Anche in questo caso le abitazioni situate in sponda sinistra in fregio all'alveo furono sommerse fino ai primi piani. Tali edifici (probabilmente in passato destinati ad uso industriale) furono notevolmente danneggiati dalla piena, che percorse, a forte velocità, la stradina pedonabile che scende al ponte dalla strada provinciale.

Inoltre la piena danneggiò il Ponte ad arco (detto il Ponte di Napoleone) situato pochi metri a valle dell'abitato, nonché il sentiero di accesso ad esso. Le verifiche idrauliche, in effetti, restituiscono che la portata avente periodo di ritorno pari a 500 anni transita sotto all'opera: probabilmente, il ponte fu danneggiato dai numerosi tronchi portati dalla corrente che, inoltre, ne ostruirono la luce.

#### **Località Treponti**

In questa località, nella quale si ha la confluenza da sinistra del rio Cantalupo con il torrente Varenna, la piena portò allo scavalco sia del ponte ad arco sul rio Cantalupo sia di quello sul torrente Varenna, allagando e danneggiando le abitazioni contigue al corso d'acqua, oltre ai due ponti citati, che ebbero entrambi divelte le ringhiere di protezione.

#### **Località Cantalupo**

In corrispondenza della brusca curva verso destra la piena danneggiò l'argine in sponda sinistra ed allagò l'edificio in sponda destra.

L'abitato della località Cantalupo non fu interessato dalla piena, poiché risulta edificato in alto sulla collina.

#### **Tratto terminale**

La piena fuoriuscì in corrispondenza del brusco restringimento costituito dalla piastra che ospitava la centrale di trasformazione dell'ENEL ed allagò tutta l'area in sponda sinistra compresa tra l'alveo, via Varenna ed il lungomare.

L'esondazione in sponda destra causò l'allagamento di negozi e scantinati, a causa della quota del tratto terminale di Via Opisso, che risulta leggermente inferiore a quello del piano viario della S.S. Aurelia e del rilevato ferroviario.

I tiranti idrici nell'area urbana furono mediamente dell'ordine dei 0,5 metri, con punte di 1,5 metri nelle zone a quota minore.

Oltre ai danni localizzati citati, la piena causò moltissime erosioni lungo la S.P. che portarono, in alcuni casi al crollo della sede stradale, come in corrispondenza del Ponte Ferroviario della linea Ge-Acqui, poco a monte dell'abitato di Chiesino, ed in molti altri punti.

#### **Verifiche idrauliche**

Le verifiche sono state condotte utilizzando la metodologia globale, nei tratti che si presentano intrinsecamente critici, e che necessitano di uno studio idraulico ed

idrogeologico non a scala di punto, ma che tenga conto dell'assetto generale del corso d'acqua.

### Verifiche di tipo globale

Per questo tipo di verifiche, la determinazione del profilo teorico della superficie fluida è stata ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto "standard step method"<sup>2</sup> per il calcolo delle caratteristiche del moto gradualmente variato in alvei non prismatici, che si basa sulla semplice equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

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

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

$$h_f = J_f \cdot \Delta x$$

ove  $J_f$  rappresenta la pendenza motrice nel tratto di lunghezza  $\Delta x$ , ottenibile come media dei valori corrispondenti nelle sezioni 1 e 2.

Per il termine  $J$  è stata adottata la formulazione di Manning:

$$J_f = \left[ \frac{n \cdot Q}{R^{\frac{2}{3}} \cdot A} \right]^2$$

dove  $Q$  [mc/s] è la portata di calcolo,  $A$  [m<sup>2</sup>] l'area della sezione liquida,  $R$  [m] il raggio idraulico e  $n$  [m<sup>-1/3</sup>s] è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde.

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

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

in cui  $k$  è un coefficiente di contrazione o espansione, dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato,  $V_1$  e  $V_2$  [m/s] sono i valori delle velocità medie agli estremi del tratto, e  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Alla base dei calcoli si è assunto un valore del coefficiente  $n$  pari a 0.04 m<sup>-1/3</sup>s, più alto del valore consigliato per corsi d'acqua naturali regolari con movimento di materiali al fondo pari a 0.03 m<sup>-1/3</sup>s, al fine di cautelarsi da eventuali ostruzioni parziali che possono verificarsi in condizioni di piena.

### Analisi

Si sono individuate, lungo l'asta del torrente Varenna e dei suoi affluenti principali, alcune sezioni che, data la presenza di manufatti, o di particolari situazioni di rischio idraulico, quali

---

<sup>2</sup>Cfr. Ven The Chow, "Open Channel Hydraulics", 1973

costruzioni in alveo, frane ecc., potrebbero non consentire il deflusso delle portate di piena, e causare quindi inondazioni.

Per la verifica di tali sezioni si è proceduto alla determinazione del livello del pelo libero, con le metodologie descritte al paragrafo precedente, quando in alveo transitano le portate aventi periodo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni, verificando quindi la capacità, della data sezione, di smaltire la portata di calcolo.

In caso negativo, ovvero nel caso che la sezione non fosse sufficiente al deflusso, si sono stimati, i tiranti d'acqua esondanti.

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche per le sezioni considerate, da valle a monte.

Il tratto esaminato tramite verifica in moto permanente si estende dalla foce del torrente Varenna fino subito a monte della località Chiesino, per una lunghezza complessiva di circa 1.5 km. Sono stati inoltre analizzati due segmenti d'asta a monte di Chiesino: uno sito in località Edilizi Nuovi in corrispondenza di un guado, il secondo corrispondente al tratto di alveo che defluisce attraverso l'abitato di San Carlo. E' stato inoltre analizzato un segmento dell'asta del rio Cantalupo in località omonima il quale per il passato è stato oggetto di esondazione.

### Aree inondabili

Per mappatura delle aree inondabili si intende la determinazione dell'estensione planimetrica delle aree che, in caso di esondazione, possono essere interessate da tale evento e la stima del periodo di ritorno con cui tali aree vengono presumibilmente colpite.

La mappatura delle aree inondabili, secondo il documento ISMES "Studio di fattibilità tecnico-economica per un progetto di intervento generale finalizzato alla prevenzione e gestione delle emergenze connesse alle calamità idrogeologiche" (realizzato dalla ISMES S.p.A. per conto del Dipartimento della Protezione Civile), è la concretizzazione della valutazione del rischio idraulico a cui soggiace un certo territorio; tale carta deve tenere conto dello stato attuale, o presumibile futuro, della rete idrografica. Inoltre la descrizione topografica degli eventi di piena devono essere correlati dalla loro stimabile probabilità di accadimento.

Partendo quindi dalle verifiche delle sezioni critiche, effettuate in moto permanente, si sono valutati, in caso di crisi della sezione, i tiranti idraulici esondanti, correlabili al volume di acqua che, non potendo transitare all'interno dell'alveo, ne fuoriesce ed invade il reticolo urbano.

L'analisi planimetrica delle aree inondabili è stata realizzata tramite studio topografico delle zone interessate dall'esondazione, ricavando, con una certa approssimazione, la dinamica della portata esondante ed i suoi effetti.

Essendo le portate di calcolo contrassegnate da un certo periodo di ritorno, si sono valutate le aree soggette ad inondazione per effetto di quella portata, ottenendo quindi una mappatura di aree inondabili con diversi periodi di ritorno, ovvero con diversa frequenza.

Tali risultati sono stati riportati su cartografia tecnica regionale in scala 1:5000, sulla quale si sono adottati i seguenti tematismi:

- in rosso si sono segnate le aree inondabili con periodo di ritorno 50 anni;
- in giallo le aree inondabili con periodo di ritorno 200 anni;
- in verde le aree inondabili con periodo di ritorno 500 anni.

### 3.4 Principali criticità del bacino

#### Sintesi delle criticità geomorfologiche

Gran parte del versante destro del T.Varenna, con particolare riferimento alle aree alla testata dei sottobacini del Cantalupo, del Gandolfi e del Grillo, viene ad essere classificato tra le aree ad elevata suscettività al dissesto (*Pg3b*); ma d'altra parte è proprio in tali zone che sono concentrate le praterie in pessime condizioni di copertura e drenaggio, il substrato roccioso alterato ed in erosione, gli arbusteti-incolti aventi pessimo indice di funzionalità idrogeologica e/o le tipologie di vegetazione aventi la più bassa efficienza biologica.

E' inoltre in tali zone che si individuano le origini di gran parte dei fenomeni di dissesto censiti nell'ambito del bacino, in quanto le pessime condizioni di conservazione e di efficienza dei suoli sotto il profilo biologico ed idrogeologico ne determinano una "risposta" estremamente debole, ad ogni evento pluviometrico avente caratteristiche appena al di sopra della media, in termini di assorbimento delle precipitazioni e di disciplina e rallentamento dei deflussi, con relativo incremento dell'attività erosiva nei corsi d'acqua e sui versanti e del trasporto solido e torbido verso valle.

Anche sul versante sinistro del bacino del T. Varenna, spiccano vaste aree ad elevata suscettività, concentrate soprattutto in corrispondenza delle coltri detritiche sia potenti (>3 metri), sia sottili (tra 1 e 3 metri) e delle vecchie frane stabilizzate.

Le zone a suscettività elevata (*Pg3a*) e molto elevata (*Pg4*), rispettivamente corrispondenti a frane quiescenti ed attive, sono perlopiù dislocate lungo l'asta torrentizia principale del Varenna; fatta eccezione per il sottobacino del rio Gandolfi, dove si denota una spiccata propensione al dissesto, dovuta soprattutto all'intensa fatturazione della roccia a matrice serpentinitica.

#### Sintesi delle criticità idrauliche

##### Dalla foce a loc. Chiesino

##### **Tratto a valle della briglia a monte del Ponte Cassanello fino allo sbocco a mare. (Sezioni VAR 1- VAR 42)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ .

Le portate utilizzate, associate ai tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, sono:  $Q_{50}=291 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{200}=374 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{500}=438 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Come condizione al contorno di valle è stata utilizzata la profondità critica.

Il deflusso delle tre portate avviene prevalentemente in condizioni critiche; a seguito del completamento dei lavori di demolizione della piastra Enel, anche la portata 500-ennale è contenuta nell'alveo attivo con franco adeguato; le aree già mappate come inondabili e ora protette dagli interventi realizzati, vengono inserite in fascia C, ai sensi della DGR 16/2007.

##### **Tratto a valle della località Tre Ponti fino alla briglia a monte del Ponte Cassanello (Sezioni VAR 43- VAR 65)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ .

Le portate utilizzate, associate ai tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, sono:  $Q_{50}=291 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{200}=374 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{500}=438 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tali portate risultano scorrere senza generare esondazione defluendo prevalentemente in corrente veloce con la sola formazione di alcuni risalti di modeste dimensioni che non creano fenomeni di tracimazione degli argini.

**Località Tre Ponti  
(Sezioni VAR 66- VAR 81)**

La verifica della confluenza tra il torrente Varenna e il rio Cantalupo è stata eseguita mediante l'analisi di due possibili scenari:

**Scenario 1:** Varenna in piena e portate sul Cantalupo calcolate come differenza tra i valori di picco sul Varenna a monte e a valle della confluenza

	Q <sub>50</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
<b>Varenna monte</b>	270	332	388
<b>Varenna valle</b>	291	374	438
<b>Cantalupo</b>	21	42	50

**Scenario 2:** Cantalupo in piena e portate sul Varenna a monte della confluenza calcolate come differenza tra i valori di picco sul Varenna a valle e sul Cantalupo

	Q <sub>50</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
<b>Varenna monte</b>	189	197	241
<b>Varenna valle</b>	291	374	438
<b>Cantalupo</b>	102	135	158

Il primo scenario è stato utilizzato per lo studio del Varenna, il secondo per il Cantalupo. Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$

Le verifiche, già per portate 50-ennali, hanno evidenziato una criticità della zona, dovuta prevalentemente alla presenza di restringimenti di sezione su entrambi i corsi d'acqua e alla particolare conformazione ortogonale della confluenza.

Risulta infatti che, a valle del ponte della S.C. sul Varenna, il tirante d'acqua relativo alla portata 50-ennale raggiunge la quota dei giardini presenti in sponda sinistra e i piani bassi dell'abitato in sponda destra subito a valle della confluenza; nel contempo, il ponte sul rio Cantalupo non presenta il franco idraulico sufficiente al deflusso della portata.

Nel caso di evento duecentennale si ha tracimazione del ponte sul Cantalupo, con diffuse esondazioni, mentre il ponte sul Varenna sembra sufficiente a smaltire anche la portata cinquecentennale, sebbene senza l'adeguato franco idraulico

**Tratto compreso tra le sezioni VAR 81 e VAR 93**

Per la verifica di questa porzione di torrente si è utilizzato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  dalla sezione VAR 81 alla sezione VAR 85, mentre dalla sezione VAR 86 alla sezione VAR 93 si è utilizzato il valore  $n = 0.04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ . Questo per tener conto della presenza di materiale detritico grossolano anche di dimensioni notevoli.

Le portate utilizzate sono state:

Q<sub>50</sub>=260 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>200</sub>=320 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>500</sub>=375 m<sup>3</sup>/s fino alla sezione VAR 76  
Q<sub>50</sub>=270 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>200</sub>=332 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>500</sub>=388 m<sup>3</sup>/s nel restante tratto.

Il tratto in esame, data la sua conformazione particolarmente incisa, non ha manifestato particolari criticità al transito delle portate riferite ai tre tempi di ritorno.

**Località Novagette  
(Sezioni VAR 94- VAR 104)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Le portate utilizzate sono le seguenti:

$$Q_{50}=260 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{200}=320 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=375 \text{ m}^3/\text{s}$$

I profili di corrente dovuti alle tre portate risultano avere un comportamento pressoché simile con differenze di quota dei tre peli liberi che variano dai 15 agli 80 cm tra la portata 50-ennale e 200-ennale e tra i 15 e 250 tra le portate 200-ennali e 500-ennali.

Il deflusso delle portate al di sotto del ponte napoleonico, situato a valle dell'abitato, avviene con franco adeguato e con passaggio della profondità critica. Si genera così un profilo di corrente lenta che si propaga non di molto verso monte, raccordandosi, a valle della sezione VAR 98, con un profilo di corrente veloce tramite un risalto.

Anche a monte della briglia, all'altezza della sezione VAR 102 si osserva il passaggio della profondità critica con generazione di un profilo di corrente lenta che si propaga verso monte fino a raccordarsi, tramite un risalto, con la corrente veloce circa 70 metri più a monte per le portate 50 e 200-ennali e circa 90 metri più a monte per la portata 500-ennale. Tutto ciò determina l'allagamento degli edifici in sponda sinistra, in fregio all'alveo, già per la portata 50-ennale.

**Località Chiesino  
(Sezioni VAR 105- VAR 118)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Le portate utilizzate sono le seguenti:

$$Q_{50}=260 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{200}=320 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=375 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il deflusso delle tre portate avviene prevalentemente in corrente veloce, e risulta essere contenuto all'interno dell'alveo con franchi adeguati.

Come condizione al contorno di monte è stata utilizzata la profondità critica.

**Rio Cantalupo (Sezioni CAN 1 - CAN 21)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Le portate utilizzate sono le seguenti:

$$Q_{50}=102 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{200}=135 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=158 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sia a valle, per la presenza di una briglia (CANTA 4), che a monte, le condizioni al contorno utilizzate sono le profondità critiche.

Nonostante il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce, la mancanza di un argine in sponda sinistra a protezione dell'abitato, provoca l'allagamento dello stesso già per la portata 50-ennale.

### **Località Edifizi Nuovi (Sezioni VAR 107-VAR 110)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Le portate utilizzate, associate ai tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, sono:

$$Q_{50}=250 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{200}=311 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=364 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Come condizione al contorno di monte è stata utilizzata la profondità critica una sezione fittizia posta cento metri a monte della sezione VAR 110. Si è mantenuta la pendenza costante.

Il tratto esaminato risulta essere attraversato da un guado che conduce alla vicina cava. Il presente guado è formato da quattro fornici circolari di diametro di circa 2 metri, mentre nella verifica è stato modellato come ponte. Nonostante così facendo si agisca a favore di sicurezza, l'opera risulta essere sormontata già per la portata 50-ennale.

### **Località San Carlo di Cese (Sezioni VAR 111 - VAR 120)**

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore  $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Le portate utilizzate, associate ai tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, sono:

$$Q_{50}=146 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{200}=181 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{500}=211 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Come condizioni al contorno sono state utilizzate la profondità critica su due sezioni fittizie poste cento metri a valle e a monte rispettivamente delle sezioni VAR 111 e VAR 120. Si è mantenuta la pendenza costante.

Il deflusso delle tre portate avviene prevalentemente in corrente veloce, se si esclude il tratto immediatamente a monte della passerella nel quale si genera un profilo di corrente lenta. Tale profilo si estende verso monte per circa trenta metri dove, raccordandosi con il profilo veloce, genera un risalto. Come conseguenza si ha esondazione su entrambe le sponde già per la portata 50-ennale. La presenza della passerella è da ritenersi concausa dell'esondazione, che avviene prevalentemente per il restringimento delle sezioni nel tratto in esame.

### **Rio Vaccarezza**

Anche se non sono state svolte verifiche estese a tutto il tratto in esame, la strada che corre in fregio al rio Vaccarezza, che collega Camposilvano a Lencisa, è stata realizzata nell'alveo di piena dello stesso rio, ed è quindi un'opera intrinsecamente critica, come risulta anche dai sopralluoghi effettuati dopo l'evento dell'ottobre 1995.

## **3.5 Considerazioni sul trasporto solido**

Le maggiori caratteristiche di produzione e di trasporto dei materiali solidi possono essere riassunte in termini di intensità, distribuzione nel tempo e durata. Il dettaglio con cui questi aspetti possono essere studiati dipende necessariamente dalla natura dei dati disponibili.

Nella situazione specifica, allo stato attuale, non sono disponibili informazioni derivanti da

misure dirette in quanto non esiste alcuna procedura o strumentazione dedicata ad un'azione costante di controllo dei livelli di detrito periodicamente depositati.

Una rilevazione di tipo strumentale potrebbe consentire, in futuro, di conoscere non solo un valore medio valido in prima approssimazione, ma la quantità precisa di sedimento trasportato in relazione al tempo e quindi alle precipitazioni. E' noto, infatti, che nei bacini a regime torrentizio l'azione più efficace di trasporto si ha durante gli eventi di precipitazione più intensi.

La valutazione del trasporto solido viene pertanto stimata, in questa sede, sulla base di alcuni elementi "geomorfici" derivanti dal complesso di informazioni che si possono ricavare dall'analisi geomorfica quantitativa e cioè dai dati riguardanti il reticolo idrografico. Gli studi e le tavole tematiche comprese nel Piano di bacino stralcio del torrente Varenna potranno consentire, tuttavia, ulteriori analisi, basate sulla notevole quantità di tematismi rilevati (ad es., tipologie di substrato e di vegetazione).

I parametri derivanti dall'analisi del reticolo idrografico consentono di ricavare in modo semplificato la quantità di trasporto in sospensione che giunge alla foce. In realtà il trasporto dei materiali solidi ad opera dei corsi d'acqua avviene anche per rotolamento sul fondo e per trasporto in soluzione oltreché per sospensione. Quest'ultimo, che viene anche definito trasporto torbido, generalmente viene considerato in percentuale circa il 90% del complessivo e perciò viene spesso ritenuto rappresentativo del totale trasporto solido. Nei bacini liguri, tuttavia tale percentuale tende ad abbassarsi, assumendo maggiore rilevanza il trasporto per rotolamento sul fondo. Occorre quindi attendersi che la quantità stimata in questa sede sia da ritenersi un limite minimo.

Per il calcolo stimato del trasporto torbido viene usato in prima approssimazione il metodo sperimentato da Ciccacci e al. (1980).

Si utilizza l'equazione che mette in relazione il trasporto torbido con la densità di drenaggio e l'indice di anomalia gerarchica ricavabili appunto dall'analisi geomorfica quantitativa.

L'equazione generale è, per valori di densità del drenaggio inferiori a 6:

$$\text{Log } T_u = 0,33479 D + 0,15733 D_a + 1,32888$$

dove

$T_u$  = trasporto torbido unitario

$D$  = densità di drenaggio

$D_a$  = indice di anomalia gerarchica.

Per il bacino del torrente Varenna:

$D = \text{lunghezza totale aste/superficie bacino } 4.4 \text{ Km}^{-1}$

$D_a = \text{numero di anomalia gerarchica/aste di ordine } 1 = 1,2$

Il valore ricavato è indicato nella seguente tabella ed è compreso tra 9000 e 11000 m<sup>3</sup>/anno.

Bacino		Varenna
Superficie	$S \text{ (Km}^2\text{)}$	22.4
Lunghezza totale	$L = \sum \text{lunghezza aste (Km)}$	99.2
Densità di drenaggio (Ciccacci et al., 1980)	$D = L/S \text{ (Km}^{-1}\text{)}$	4.4
Ordine bacino	s	5
Ordine asta influente	i	si ricava dalla gerarchizzazione
Ordine asta recipiente	r	si ricava dalla gerarchizzazione
Numero di aste anomale di ordine i che influiscono in aste di ordine r	$N_{i,r}$	uno per ogni coppia i, r
Fattore di moltiplicazione	$f_{i,r} = 2^{(r-2)} - 2^{(i-1)}$	uno per ogni coppia i, r
Numero di anomalia gerarchica (Avena et al., 1967)	$G_A = \sum_{i=1}^{s-2} \sum_{r=i+2}^s N_{i,r} f_{i,r}$	412
Numero aste di ordine 1	$N_1$	335
Indice di anomalia gerarchica (Ciccacci et al., 1980)	$\Delta_a = G_A / N_1$	1.2
logaritmo del Trasporto torbido unitario (Ciccacci et al., 1980)	$\log T_u \text{ (Ton/Km}^2\text{/anno)}$	3.01
Trasporto torbido unitario	$T_u \text{ (Ton/K m}^2\text{/anno)}$	1005
Trasporto torbido annuo	$T_u \text{ (Ton/anno)}$	22552
Trasporto Torbido annuo in mc (ipotizzando $P_s=2$ )	$T_u \text{ (m}^3\text{/anno)}$	11276
Trasporto Torbido annuo in mc (ipotizzando $P_s=2.5$ )	$T_u \text{ (m}^3\text{/anno)}$	9021

## 4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

### 4.1 Premessa

Appare evidente come le problematiche del bacino siano fortemente interconnesse tra loro, in quanto la somma dei fattori naturali ed artificiali di degrado ambientale comporta una diminuzione complessiva del grado di fruibilità del territorio con conseguente riduzione dei fattori di sicurezza.

In merito alle specifiche aree a rischio si possono riassumere i seguenti dati salienti:

↳ *gran parte del versante destro del T.Varenna, con particolare riferimento alle aree alla testata dei sottobacini dei rii Cantalupo, Gandolfi e Grillo, presenta delle aree in erosione accelerata connesse alla presenza di praterie in cattive*

condizioni, sia come copertura sia come drenaggio, di substrato roccioso scadente e di arbusteti con scarsa funzionalità idrogeologica;

↳ la frana di Cà Noa, in località Carpenara, che ha le caratteristiche di un colamento di materiali di substrato molto alterato e quindi riconducibile a materiale sciolto;

↳ le frane di scorrimento di Chiesino, di Ramaspezza e del rio Tagin sul versante destro del Torrente Varenna ubicate in prossimità contatti tettonici;

↳ le criticità idrauliche della strada in fregio al rio Vaccarezza, dell'abitato di S. Carlo di Cese, del guado della cava Pian di Carlo, delle abitazioni in loc. Novagette, della loc. Tre Ponti e della piastra ENEL.

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. Tale grado di rischio, suddiviso in opportune classi, viene rappresentato nella Carta del rischio idrogeologico e scaturisce dalla sovrapposizione delle fasce di inondabilità (pericolosità idraulica) e dei dissesti di versante (pericolosità geomorfologica) con gli elementi a rischio derivanti dall'analisi dell'uso del territorio.

### 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 – Aree estrattive
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

Dall'analisi della Carta degli elementi a rischio si evidenzia come la classe di "elemento a rischio" più diffusa nel bacino del torrente Varenna è la E0 che, sinteticamente, raggruppa le aree disabitate e/o improduttive. La classe E1 è maggiormente rappresentata sia nella parte alta sia in quella bassa del bacino, compreso il rio Cantalupo, mentre alcuni esempi di classe E2 sono i nuclei di Cantalupo, Chiesino, Carpenara, San Carlo di Cese, Camposilvano ed Orezzo. La classe E3, infine, è essenzialmente localizzata lungo l'asta terminale del torrente Varenna.

## 4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

### Rischio geomorfologico

I diversi gradi di rischio di carattere geomorfologico, 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. L'individuazione del rischio geomorfologico 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 geomorfologico 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 geomorfologico si è fatto riferimento alla seguente matrice:

Elementi a rischio	Suscettività al dissesto dei versanti				
	<b>P0</b> Suscettività molto bassa	<b>P1</b> Suscettività bassa	<b>P2</b> Suscettività media	<b>P3</b> Suscettività elevata	<b>P4</b> Suscettività molto elevata
E0	R0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R1	R2	R3
E2	R0	R1	R2	R3	R4
E3	R0	R1	R2	R4	R4

Rispetto al livello di conoscenza attuale la carta del rischio costituisce uno strumento di supporto decisionale che consente di visualizzare in modo più circostanziato ed in termini maggiormente codificati le criticità messe in luce dal complesso degli studi geologici e geomorfologici ed in particolare dalla carta geomorfologica, dalla carta della franosità reale e dalla carta della suscettività al dissesto, anche se per una lettura complessiva delle criticità appare utile ribadire la necessità di una consultazione incrociata tra la carta del rischio e la carta della suscettività al dissesto.

### Rischio idraulico

Il rischio idraulico, che insieme al rischio geomorfologico traccia il quadro della vulnerabilità idrogeologica del bacino, è il risultato dell'incrocio della carta degli elementi a rischio con la carta delle fasce di inondabilità. Secondo le indicazioni del Comitato Tecnico Regionale sono

state individuate quattro classi di uso del suolo:

- E<sub>0</sub> = aree disabitate o improduttive
- E<sub>1</sub> = edifici isolati e zone agricole
- E<sub>2</sub> = nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori, infrastrutture minori
- E<sub>3</sub> = centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

e altre quattro classi di rischio:

- R1 = rischio moderato
- R2 = rischio medio
- R3 = rischio elevato
- R4 = rischio molto elevato

che sono state incrociate secondo la matrice seguente:

Elementi a rischio	Fasce di inondabilità		
	200<T<500 fascia C	50<T<200 fascia B	T<50 fascia A
E <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
E <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
E <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
E <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

E' stata aggiunta anche un'ulteriore classe di rischio R<sub>0</sub>, definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è in pratica qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

### 4.3 Carta del rischio idrogeologico

Il grado di rischio geomorfologico e di rischio idraulico viene rappresentato nella Carta del rischio idrogeologico. È importante evidenziare il significato e l'utilizzo che tale documento assume nel contesto di uno studio di vasta area ed in particolare nell'ambito di indagini funzionali alla pianificazione di bacino.

In particolare, rispetto al complesso di situazioni di rischio individuate, la carta consente di selezionare quelle situazioni a rischio alto e molto alto per le quali sono indispensabili studi di dettaglio puntuale relativamente alle caratteristiche ed alla dinamica del fenomeno, nonché alla vulnerabilità degli elementi esposti a rischio.

Le classi di rischio molto basso (R<sub>0</sub>) e basso (R<sub>1</sub>), ricoprono la stragrande maggioranza del bacino, con una distribuzione areale omogenea. Zone a rischio medio (R<sub>2</sub>) sono dislocate sostanzialmente lungo lo sviluppo dell'asta fluviale principale, sulle sue alture ed anche nel sottobacino del rio Cantalupo. Infine, le aree a rischio elevato (R<sub>3</sub>) e molto elevato (R<sub>4</sub>), si trovano prevalentemente in corrispondenza delle cave inattive, lungo alcuni tratti della linea ferroviaria e lungo l'asta fluviale del torrente Varenna.