



REGIONE
LIGURIA



Autorità di Bacino
Distrettuale
dell'Appennino
Settentrionale

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

RELAZIONE

Ambito di Bacino di rilievo regionale:

LETIMBRO

Bacino:

SANSOBBIA

Comuni:

ALBISSOLA MARINA

ALBISOLA SUPERIORE

CELLE LIGURE

STELLA

PONTINVREA



| | |
|--------------------------------|---|
| APPROVAZIONE | Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003 |
| ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO | Decreto del Segretario Generale n. 31 del 14/03/2022 |
| ENTRATA IN VIGORE | Pubblicazione sul BURL n. 15 del 13/04/2022 - parte II |

SOMMARIO

| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 4 |
| 1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO | 5 |
| 1.1 QUADRO ISTITUZIONALE, NORMATIVO E AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO | 5 |
| 1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI..... | 7 |
| 1.2.1 Altri strumenti di pianificazione | 7 |
| 1.3 DATI UTILIZZATI | 7 |
| 2. CARATTERISTICHE DEL BACINO | 8 |
| 2.1 GEOGRAFIA | 8 |
| 2.2 GEOLOGIA..... | 9 |
| 2.2.1 Inquadramento | 9 |
| 2.2.2 Litostratigrafia e tettonica | 9 |
| 2.2.3 Considerazioni relative allo stato della roccia | 13 |
| 2.3 GEOMORFOLOGIA..... | 14 |
| 2.3.1 Depositi alluvionali..... | 15 |
| 2.3.2 Caratterizzazione delle coperture | 15 |
| 2.3.3 Coltri eluviali e colluviali | 16 |
| 2.3.4 Accumuli di frana antica e paleofrana | 16 |
| 2.3.5 Frane attive | 17 |
| 2.3.6 Franosità diffusa ed erosione superficiale..... | 17 |
| 2.3.7 Altri fenomeni gravitativi | 18 |
| 2.3.8 Riperti artificiali, discariche | 18 |
| 2.3.9 Cave | 18 |
| 2.3.10 Terrazzi fluviali | 19 |
| 2.3.11 Acclività..... | 19 |
| 2.4 IDROLOGIA | 20 |
| 2.4.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13) | 21 |
| 2.5 USO DEL SUOLO | 21 |
| 2.5.1 Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo | 22 |
| 2.6 IDROLOGIA DI PIENA..... | 23 |
| 2.6.1 Premessa..... | 23 |
| 2.6.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri..... | 23 |
| 2.6.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica..... | 27 |
| 2.6.4 Portate di piena..... | 30 |
| 2.6.5 Portate di piena di progetto per il bacino Sansobbia (Rif. Normativa di Piano)..... | 38 |
| 3. PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO | 41 |
| 3.1 PREMESSA | 41 |
| 3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO..... | 42 |
| 3.2.1 Carta della suscettività al dissesto dei versanti (CSDV)..... | 42 |
| 3.2.2 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti | 49 |
| 3.2.3 Sintesi degli eventi alluvionali verificatosi nell'autunno 2019..... | 50 |
| 3.3 PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO | 54 |
| 3.3.1 Aree storicamente inondate..... | 54 |
| 3.3.2 Verifiche idrauliche..... | 54 |
| 3.3.3 Fasce di inondabilità | 62 |
| 3.3.4 Fascia di riassetto fluviale | 63 |
| 3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO | 64 |
| 3.5 CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO..... | 66 |
| 3.5.1 Premessa..... | 66 |
| 4. RISCHIO IDROGEOLOGICO..... | 68 |
| 4.1 PREMESSA | 68 |
| 4.2 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO | 69 |
| 4.2.1 Elementi a rischio..... | 70 |

| | |
|---|----|
| 4.2.2 <i>Rischio geomorfologico</i> | 71 |
| 4.2.3 <i>Rischio idraulico</i> | 71 |
| 4.3 CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO | 72 |
| 4.4 CARTA DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO..... | 72 |

PREMESSA

La presente Relazione Tecnica di Piano è stata revisionata a seguito del parere vincolante della Regione Liguria espresso tramite D.G.R. n°1068/2002 e D.G.R. n° 1158/2002.

Il presente piano è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n 267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni. Esso è di conseguenza un primo stralcio funzionale che risponde nei contenuti prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L. 180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

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

Il presente piano di bacino stralcio si è valso degli studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio e alle problematiche del bacino a suo tempo affidati dalle Amministrazioni ed Enti operanti sul territorio in esame.

La modifica del Piano di bacino di cui al DSG n. 90 del 25/10/2021 ha aggiornato il presente documento solo con l'inserimento del capitolo 3.2.3 relativo al nuovo quadro dei dissesti per frana conseguenti all'evento alluvionale dell'autunno 2019.

Con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 31 del 14/03/2022, è stata approvata la variante relativa all'aggiornamento delle aree a pericolosità di inondazione sulla base del nuovo studio presentato dal Comune di Albisola Superiore (SV). In dettaglio, con la variante sono stati modificati i seguenti paragrafi del presente documento: Premessa, 1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento, 3.3 Problematiche di tipo idraulico, 4.3 Carta del rischio idraulico. E' stato inoltre introdotto l'Allegato 1 relativo allo studio idraulico presentato dal Comune di Albisola Superiore alla Regione Liguria nel 2020, e successive integrazioni.

1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

Il quadro di riferimento generale per la formazione del Piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella legge quadro 18 maggio 1989, n. 183. Rilevanza particolare ha inoltre la legge 4 dicembre 1993, 493, che all'art.12 integra l'art. 17 della L. 183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino regionale si deve far riferimento alla legge regionale 28 gennaio 1993, n.9, che in sostanza recepisce la L.183/89, regionalizzandone i contenuti e istituendo l'Autorità di Bacino Regionale. Le procedure di approvazione dei piani di bacino sono state in parte modificate dalla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato fornito dal decreto legge 11 giugno 1998 n.180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n 267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed in favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", modificato dal D.L. 132/99, convertito, con modifiche, dalla L. 262/99. Tale decreto al comma 1 dell'articolo 1 dispone che entro il termine del 30 giugno 1999, le Autorità di bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini, adottano, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della L.183/89 e successive modificazioni che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e le relative misure di salvaguardia.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del succitato D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art.2 del D.L. 180/98, in "*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2*", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99. Esso, in particolare, pur ribadendo la necessità che le Autorità di Bacino compiano ogni sforzo per accelerare i tempi per l'adozione dei piani stralcio, stabilisce come termine ultimo per l'adozione dei piani stralcio per il rischio idrogeologico il 30 giugno 2001, e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002. Specifica inoltre che le attività relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti 3 fasi:

- 1) individuazione aree soggette a rischio idrogeologico;
- 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione di 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 l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana).

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

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo. Peraltro è uno stralcio più limitato rispetto allo stralcio per la difesa idrogeologica così come impostato dall'Autorità di bacino di rilievo regionale in Liguria a seguito della L.R. 9/93. Questo tipo di piano, che è elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno stralcio funzionale, che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica e del quale sarà quindi parte integrante, così come del piano di bacino nella sua stesura completa.

Esso è quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla L. R. 18/99.

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

In particolare i criteri generali per l'elaborazione dei piani di bacino regionali sono stati formalizzati, così come previsto dalla L.9/93, nel documento "Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino" approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di rilievo regionale nella seduta del 20.12.1994. Tali criteri sono stati poi integrati da una serie di raccomandazioni e documenti relativamente a specifiche problematiche.

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

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*,
- raccomandazioni n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*
- raccomandazione *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate"*
- raccomandazione *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- nota CTR *"Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- linea guida 2/2000 *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti"*
- linea guida 3/2000 *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del DI180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)"*

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

Si evidenzia che dal 17/02/2017, con l'entrata in vigore del D.M. 294/2016, le Autorità di Bacino distrettuali ai sensi dell'art. 63 del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" sono subentrate alle Autorità di Bacino ex L. 183/1989, contestualmente sopresse, tra le quali l'Autorità di Bacino regionale della Liguria e l'Autorità di Bacino interregionale del fiume Magra. In particolare, a queste è subentrata l'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, competente sull'omonimo distretto idrografico definito dall'art. 64 del D.Lgs. 152/2006 che comprende i seguenti bacini: Arno, Serchio, Magra, bacini della Liguria e bacini della Toscana.

Al fine di gestire la fase di transizione dal precedente al nuovo sistema di pianificazione nei bacini regionali liguri e nel bacino interregionale del fiume Magra, sono stati siglati atti diversi – intese e accordi – tra l'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale e la Regione Liguria per lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune in materia di difesa del suolo e tutela delle acque, mediante l'avvalimento delle strutture regionali.

In forza del disposto dell'art. 170 c. 11 del D.Lgs. 152/2006, nelle more dell'approvazione del Piano di Bacino Distrettuale o dei suoi stralci funzionali, continuano ad essere vigenti i Piani di

Bacino Stralcio, adottati ai sensi della L. 183/1989, relativi ai bacini regionali liguri e al bacino interregionale del fiume Magra.

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nell'ambito della pianificazione di bacino risulta di interesse la valutazione delle potenzialità e delle previsioni di sviluppo antropico contenute nei vari livelli di pianificazione. Nel presente piano stralcio, tuttavia, si è stabilito, a livello provinciale, di non sviluppare la presente fase che verrà invece, ampiamente trattata nei successivi studi ed elaborati relativi al Piano di Bacino 183.

1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

All'interno del Bacino del Sansobbia ricade un' area protetta regionale. Relativamente infatti alla Direttiva CEE 92/43/CEE, istitutiva dei siti "bioitaly" si osserva che nell'ambito del bacino è presente il seguente sito individuato come "SIC" (sito di importanza comunitaria):

IT 1331578 Beigua-Turchino.

1.3 Dati utilizzati

A tale scopo, sono state utilizzate:

- la relazione "Verifica delle aree inondate e proposta di ripermimetrazione" redatta dagli Ingg. Giorgio Franzoni e Giuseppe Olcese per conto del Comune di Albissola Marina.
- La relazione tecnica "Progetto degli interventi di risagomatura e di eliminazione del rischio residuale, finalizzati alla sistemazione degli alvei e degli argini ed al ripristino delle sezioni idriche del Torrente Sansobbia" (Progetto definitivo – Marzo 1996) e gli Allegati, redatti dagli Ingg. Paolo Burlando, Marco Mancini e Renzo Rosso.

Il suddetto materiale è stato messo a disposizione del CIMA dall'Amministrazione Provinciale di Savona e dai Comuni di Albissola Marina ed Albisola Superiore.

- Le elaborazioni sono state effettuate dai Proff. Ingg. Marco Mancini e Renzo Rosso con il pacchetto applicativo Hec-Ras 2.2 nell'ambito dello studio "Consulenza tecnico-scientifica finalizzata all'individuazione delle aree esondabili del Torrente Sansobbia e Rio Basco in comune di Albisola Superiore" redatto dai sovracitati in data Ottobre 2000

Per quanto concerne, invece, la parte geologica, sono stati utilizzati i seguenti elaborati:

- Cartografia geologica, geomorfologica, ecc. redatta dal Dott. Pino Carrieri, nell'ambito dello sviluppo del Piano di Bacino Stralcio, alla scala 1:25.000, per conto dell'Amministrazione Provinciale di Savona;
- Gli elaborati geologici a corredo del Piano Regolatore del Comune di Stella, redatti dal Dott. Geol. Gianpietro Filippi.

Gli studi sopra descritti sono stati messi a disposizione della MENSOR S.r.l. e dello Studio Geologico Associato Servetto – Valle, dall'Amministrazione Provinciale di Savona e dal Comune di Stella.

Per quanto riguarda gli aspetti geologici è necessario precisare, inoltre, che la suddivisione in formazioni indicate dalla Carta Geologica d'Italia in sc.1:100.000 risulta ormai superata dalle nuove pubblicazioni specializzate, per cui si è tenuto conto delle tavolette campione della Carta geologica della Liguria in scala 1:25000, del contributo del rilevamento di campagna e dell'analisi foto interpretativa delle foto aeree (volo 1976 - 1992; scala 1:13000), elementi questi ultimi che sono stati indispensabili per eseguire l'indagine geologica.

La base cartografica utilizzata per l'elaborazione della cartografia tematica 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° 212140, 212150, 229010, 229020, 229030, 229060 e 229070. Si sono inoltre visionate le carte dei diversi assetti del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico in scala 1:25.000.

2. CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 Geografia

L'ambito Regionale di bacino "LETIMBRO" comprende alcuni corsi d'acqua principali tra i quali il Torrente Sansobbia, del quale tratta specificatamente la presente relazione.

Il bacino idrografico del T. Sansobbia presenta una superficie di circa 72.3 Km² e ricade, dal punto di vista amministrativo, principalmente nei territori comunali dei Comuni di Albissola Marina, Albisola Superiore, Pontinvrea (0,31 Km²), Stella, ed è totalmente compreso nella Provincia di Savona.

Il suo asse principale è orientato grosso modo in direzione NE-SW ed il bacino presenta una conformazione a "ventaglio", stretto nella sua parte terminale e più ampio nei settori mediano e montano, dove termina a "cuspidè" orientata E-W alle pendici del Monte Beigua dal quale trae origine.

Le cime principali che identificano il suo spartiacque sono il M. Beigua (1286 m), Cima Frattin (1146 m), Cima Fontanaccia (1145 m) a Nord, Bric dell'Orso (752 m), Bricco delle Fosse (253 m) ad Est, M. Cavalli (1114 m), Bric Montebe (962 m), M. Priafala (964 m), M. Greppino (679 m), Rocca da Noce (452 m), Bric della Costata (302 m), Bric San Giacomo (149 m) ad Ovest.

Il Torrente Sansobbia lungo il suo corso intercetta numerosi tributari sia sottendenti bacini idrografici di primo o secondo ordine di Horton, sia veri e propri torrenti con aste sviluppate e mature. Tra gli affluenti principali sono presenti lungo la destra orografica: Torrente Montegrosso - Piantavigna, Rio Rossella, Rio Crivezzo, Rio Panaro, mentre in sinistra orografica il Rio Magrania Rio Carpineto, Rio Boraxe e più importante tra tutti il Torrente Riobasco che a sua volta presenta affluenti, sia a destra sia in sinistra orografica, di un certo rilievo quali ad esempio: Rio Remenone, Rio Val Martini, Rio delle Lunghe.

I corsi d'acqua tributari del Torrente Sansobbia si presentano sviluppati in modo non omogeneo lungo le due sponde, infatti in destra orografica le aste presenti risultano tutte molto più sviluppate di quelle in sponda sinistra e, viceversa, quelle afferenti al Torrente Riobasco; essendo quest'ultimo caratterizzato da una direzione di deflusso principalmente orientata N-S, da un punto di vista geometrico l'intero bacino presenta una simmetria lontana dalla realtà del singolo percorso fluviale. Considerando individualmente il corso del Torrente Sansobbia e del Rio Basco, si osserva infatti che entrambi presentano un bacino asimmetrico ed un pattern di tipo subdendritico al limite del parallelo, tipico di terreni impermeabili, con acclività variabile, omogenei e caratterizzati da un forte controllo tettonico delle linee di deflusso. Questi ultimi elementi, nella geografia generale del bacino, risultano i caratteri dominanti infatti, generalmente sono presenti litolipi di base ascrivibili al tegumento permocarbonifero ed alle corrispondenti coperture che presentano, relativamente alle problematiche dell'idrologia superficiale, lo stesso comportamento variabile solo localmente in corrispondenza di fasce milonitiche e/o intensamente fratturate. Il corso d'acqua del Torrente Sansobbia trova termine in mare, all'estremità orientale dell'abitato di Albissola Marina dove, poco prima della foce, si raccorda con il Torrente Riobasco.

Il clima del territorio in cui è inserito il bacino idrografico in studio è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale (ottobre con circa 180 mm) e secondario primaverile (marzo con 110 mm), e unimodale delle temperature che registrano il massimo in agosto (Tmax 27°C) ed il minimo in gennaio (Tmin 6°C).

Il 64 % delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali ed autunnali, manifestandosi spesso sotto forma di bruschi rovesci concentrati in autunno, periodo nel quale si sono in genere avute le principali piene e i più drammatici episodi alluvionali.

2.2 Geologia

2.2.1 Inquadramento

Questo settore ligure è geologicamente caratterizzato, come in tutte le Alpi, da enormi masse rocciose, chiamate falde o Unità tettoniche che, in seguito alle deformazioni orogeniche, sono state dislocate dalla loro posizione originaria ed appilate una sull'altra.

La tettonica più recente (Quaternario), distensiva, ha inoltre favorito la deposizione di sedimenti pelitici, talvolta organogeni ed anche grossolani che rappresentano i termini delle Argille di Ortovero e del Bacino Terziario Piemontese con particolare riferimento alle porzioni più grossolane di tali depositi.

Nella parte centrale dell'area in studio si riscontra, infine, la presenza di dolomie, calcari dolomitici e quarziti triassiche, residui di piattaforma carbonatica.

I sedimenti quaternari sono anche caratterizzati da alluvioni antiche, recenti ed attuali, sedimenti marini e depositi eluvio-colluviali presenti nella parte bassa del territorio considerato.

Rimandando alla bibliografia scientifica ed alla cartografia geologica ufficiale (Foglio Genova – C.G.I.) scala 1:100.000 per l'inquadramento paleogeografico e tettonico generale delle unità affioranti all'interno del bacino, in questa sede sembra doveroso soffermarci esclusivamente sui caratteri litostratigrafici e tettonici che più sono legati agli aspetti di difesa del suolo ovvero maggiormente influenti sulle condizioni di stabilità del territorio.

2.2.2 Litostratigrafia e tettonica

L'eterogeneo e complesso quadro strutturale che si riscontra nell'ambito di interesse, è ben rappresentato da elementi litologici del Dominio Piemontese e Piemontese-Ligure di fondo oceanico formato da falde ofiolitifere pre-cenomaniane, costituite dall'ormai classica associazione ofiolitica a peridotiti, gabbri e basalti trasformati dal metamorfismo in serpentiniti, metagabbri e metabasalti, sovrapposti ad elementi del Tegumento permo-carbonifero.

A tetto delle ofioliti si trova una copertura sedimentaria di età giurassica superiore - cretacea inferiore, composta da depositi pelagici silicei e carbonatici trasformati durante l'orogenesi in quarzoscisti e calcescisti.

Partendo da ponente verso levante coesistono a contatto tra loro, le formazioni del Bacino Terziario Piemontese e rocce appartenenti a diverse Unità del Gruppo di Voltri che, a loro volta, sono collegate tettonicamente a quelle del Massiccio Cristallino Savonese (Unità di Savona, Unità di Bagnaschino), rappresentato da Ortogneiss, paragneiss e micascisti, anfiboliti e della Falda di Montenotte.

La Falda di Montenotte, sovrapposta al Cristallino è un'ulteriore unità ofiolitifera, alloctona, qui rappresentata da Calcari cristallini e Metagabbri.

Sparsi su tutto il settore esaminato vi sono, inoltre, lembi pliocenici rappresentati da depositi sedimentari di mare aperto, costituiti da litotipi marnoso-argillosi e conglomeratici; sono i sedimenti prequaternari rappresentati dalla Formazione di Molare e dalle Argille di Ortovero, mentre il Quaternario è rappresentato da depositi alluvionali antichi e recenti localmente terrazzati, e da depositi eluvio – colluviali, questi ultimi in parte dovuti a fenomeni gravitativi di dissesto idrogeologico.

COPERTURE QUATERNARIE

- Argille di Ortovero

Sono depositi marnoso-argillosi grigio-azzurri di mare aperto con livelli arenaceo-marnosi di giacitura suborizzontale o debolmente inclinati e limitati da sottili livelli conglomeratici o, in corrispondenza delle principali linee tettoniche da accumuli caotici di frana sottomarina.

I principali corpi sedimentari seguono la disposizione delle linee tettoniche distensive costituite da faglie disposte circa E-W e N-S, mentre i lembi sommitali colmano insenature che dovevano costituire le foci dei corsi d'acqua pliocenici.

Tali litologie sono presenti in minima parte poco a Nord della Località Carpineto, dove affiora una piccolissima placca.

- Formazione di Molare

Presente nell'estremo ponente dell'area considerata dove forma delle splendide falesie ed è presente in lembi contenuti ad Albisola Superiore, mentre sono presenti vasti affioramenti in corrispondenza di: Bric Piano dei Bagni, Bric Pesariondo, Bricco del Cannone Bric dell'Orco, Bric della Biscia, Pedrina, Case Danaveto, Fregheiore, nella parte alta del bacino. La litologia è costituita da conglomerati e breccie poligenici ad elementi di grandezza variabile, spesso superiore ai 10 cm, costituiti prevalentemente da elementi ofiolitici, ben cementati di colore rossastro.

In alternanza ai livelli conglomeratici e breccioidi sono visibili marne grigiastre localmente intercalate a più fini livelli arenacei mediamente cementati e conglomerati poligenici sabbiosi più o meno cementati, con ciottoli arrotondati di dimensioni da centimetrica a decimetrica alternati a marne.

Gli affioramenti della parte alta sono caratterizzati prevalentemente dalla presenza di marne grigiastre intercalate ad arenarie e subordinati letti conglomeratici, mentre gli affioramenti lungo la costa sono a granulometria più grossolana.

Dominio Piemontese Ligure

- Unità di Montenotte

Costituita da serpentiniti poco scistose, metagabbri con associazioni di minerali metamorfici di alta pressione, metabasalti filoniani o in colate, talora presentano intercalazioni di breccie ofiolitiche, scisti siliceie marmi picchiettati per la presenza di fini concentrazioni di quarzo, calcari micacei passanti più o meno transizionalmente verso l'alto a filladi con livelli calcarei (Cortesogno et alii, 1991).

- Calcari cristallini

Si tratta di una roccia a frattura lastroide che affiora soltanto in un piccolo lembo nella porzione SW in prossimità di Passo di S.Giorgio.

- Metagabbri

Tale litotipo è costituito generalmente da roccia abbastanza compatta a grana variabile da media a grande, da intensamente a debolmente foliati. Si trovano esclusivamente nella parte alta a contatto tettonicamente con l'Unità di Bagnaschino e con l'unità Triassico-Liassica.

Dominio Piemontese

- Gruppo di Voltri

Il Gruppo di Voltri è un complesso di metaofioliti e metasedimenti e costituisce l'estrema porzione meridionale delle Alpi Occidentali. Strutturalmente è definito come un sistema composito di falde metamorfiche, situato in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale e corrisponde, nella catena alpino - appenninica, all'emersione di un livello crostale profondo (G. Capponi, 1994).

Quest'elemento strutturale è costituito da scaglie di litosfera oceanica e corrispondente copertura sedimentaria, originate nel bacino oceanico Piemontese - Ligure, a partire dal Giurassico medio e successivamente coinvolte nell'orogenesi Alpina e tardivamente associate a porzioni di mantello subcontinentale Insubrico. L'evoluzione strutturale, piuttosto complessa, è composta da diversi (almeno tre) eventi plicativi, espressi da strutture duttili sovrapposte. Ad occidente viene a contatto con la "Linea Celle-Sanda" ed ad oriente con la "Sestri-Voltaggio".

Nel Gruppo di Voltri si trovano appilate unità originatesi in diversi ambienti della litosfera: crosta oceanica e relativi sedimenti pelagici; sedimenti di fossa, di margine continentale, frammenti di mantello superiore sottocontinentale.

Generalmente nel bacino in studio si tratta di unità giurassiche metamorfiche ad alta pressione, riconducibili a:

- Metaofioliti: indistinte in ammassi caotici e/o scaglie tettoniche.
- Unità dei Calcescisti: quarzoscisti, micascisti, calcescisti s.l.

Sono rocce a tessitura marcatamente scistosa, localmente molto pervasiva: il litotipo è caratterizzato da colore grigio-verde o bruno con abbondanti carbonati, miche e subordinato quarzo; localmente sono rilevabili livelli nerastri spesso contorti rappresentati da allineamenti di sostanze carboniose e graffitiche; sono presenti soprattutto come micascisti e calcescisti s.s. e si presentano per lo più in strati, talvolta in grosse bancate deformate in modo duttile dove si riconoscono facilmente gli elementi strutturali quali fianchi di piega, assi, ecc..

- Unità delle Metabasiti

Le metabasiti sono rappresentate da lembi di dimensioni minori sia rispetto ai calcescisti sia alle ultramafiti e si presentano quasi sempre come metabasiti indifferenziate, compatte o scistose, a prevalente paragenesi a scisti verdi (clorite, anfiboli attinolitici, prasiniti); si riscontrano principalmente nelle fasce di contatto tra calcescisti e serpentinoscisti in corrispondenza di Stella S. Giovanni, tra Stella Gameragna e S. Martino, Pian degli Aragni e le porzioni di bacino prossime al Monte Beigua.

- Metagabbri

Sono rocce a grana medio-grossa generalmente assai compatta, benché localmente risulti intensamente fratturata; in corrispondenza dei contatti tettonici può assumere una facies scistosa.

I metagabbri sono rappresentati da metabasiti ad evidenti strutture e tessiture e/o relitti paragenetici di originarie rocce gabbriiche ed in particolare: Metagabbri a Scisti Verdi, a prevalente paragenesi di tipo Scisti Verdi: albite + clorite + epidoto + anfiboli come paragenesi principale.

Metagabbri eclogitici e/o glaucofanici, a prevalente paragenesi di alta pressione, derivanti da originari Mg-AL gabbri (troctoliti, gabbri olivini e gabbri a clinopirosseno); Eclogiti o glaucofaniti, a prevalenti paragenesi di alta pressione derivanti da originari Fe-Ti gabbri (gabbri e dioriti a clinopirosseno);

- Unità delle Ultramafiti

All'interno dell'unità delle ultramafiti sono state riunite tutti quegli affioranti di roccia basica e/o ultrabasica che, in seguito a ricognizione diretta in sito, sono risultati di difficile attribuzione. A tale scopo di è pertanto cercato di differenziare tali litologie senza attribuirle, in eventuale maniera erronea ad una qualche formazione litologica.

- Serpentinoscisti antigoritici, cloritoscisti, talcoscisti

I serpentinoscisti occupano mediamente i settori vallivi più alti a costituire i rilievi massicci che si spingono fino a 1000 m slm. Il loro aspetto è più massivo e genera forme morfologiche aspre ed acclivi. I litotipi prevalenti sono serpentinoscisti antigoritici, da scistosi a molto scistosi, e cloritoscisti s.l., in particolare, lungo le fasce di contatto sono spesso riscontrabili orizzonti di talcoscisti, per lo più impregnati d'acqua. Spesso sono accompagnati da masse metagabbriche che hanno un aspetto decisamente più massivo.

Sono rappresentate due formazioni:

a) serpentinoscisti antigoritici, rocce ultrafemiche caratterizzate da minerali del serpentino nettamente prevalenti; serpentiniti e scisti serpentinosi con relitti strutturali e paragenetici delle originarie rocce ultrafemiche (peridotiti l.s.). Comprendono filoni e bande di metabasiti (metagabbri e metabasalti) a paragenesi prevalente di alta pressione, di scisti verdi e spesso profondamente rodingitizzate a granato dominante;

b) Cloritoscisti s.l., comprendenti scisti cloritici, talcoscisti e scisti attinolitici, frequenti sia all'interno delle masse serpentinitiche che al contatto con metabasiti e calcescisti.

Dominio Brianzonese

- Formazione di ponte di Nava

Quarziti Biancastre debolmente scistose affiorano unicamente nella parte bassa del territorio in esame in corrispondenza di Bric del Pino.

Formazione di S. Pietro dei Monti

Dolomie talora intercalate a livelli quarziticci, hanno colore dal grigio al giallastro; di aspetto massiccio, ma fortemente fratturate. Affiorano esclusivamente nella parte alta in contatto tettonico con l'Unità di Bagnaschino e con l'unità Triassico-Liassica.

Tegumento Permo-Carbonifero Massiccio cristallino di Savona

- Ortogneiss

Si tratta di gneiss da fortemente scistosi a gneiss granitoidi derivanti da rocce acide. L'ammasso roccioso è generalmente poco alterato, solo laddove la scistosità è marcata si presentano profondamente disgregati o milonitizzati.

I costituenti fondamentali sono quarzo, plagioclasio sericitizzato e biotite e presentano una tessitura generalmente scistosa ed alcune volte, aumentando il tenore di muscovite rispetto al plagioclasio, passano a micascisti gneissici e micascisti.

Gli ortogneiss granitoidi hanno un aspetto filoniano e plutonico; mostrano una grana molto grossolana ed una tessitura occhiadina per l'abbondante presenza di fenoclasti di K-feldspato.

Gli ortogneiss possono essere metagranitoidi, con grosse lenti di Kfeldspato, eterogranulari, e quindi poco alterati. Processi di disgregazione più o meno profonde si riscontrano lungo i contatti. Si trovano in estesi affioramenti soprattutto nella parte media del bacino.

- Paragneiss e micascisti

Sono rocce a tessitura finemente scistosa, talora altamente micacei e presentano frequenti tessiture occhiadine date sia da individui di granato sia di k-feldspato; si tratta di metapeliti e metareniti associate e spesso intercalate alle anfiboliti. In affioramento l'ammasso roccioso si presenta facilmente disgregabile per alterazione profonda.

Le rocce ascrivibili a tale formazione affiorano nella porzione media del bacino in estesi affioramenti.

- Anfiboliti

Sono rocce ultramafitiche, di colore scuro e tessitura a bande che derivano da prodotti magmatici basici sia intrusivi che effusivi.

La roccia, quando è fittamente intercalata agli gneiss, appare scistosa ed in stato di conservazione simile ai sopraindicati paragneiss.

Quando affiora come masse estese lo stato di conservazione è mediamente buono, mentre, in vicinanza dei contatti l'ammasso roccioso si presenta intensamente fogliettato, con foglietti paralleli al contatto generalmente verticale. Affiorano nella parte medio-bassa del territorio di Albisola Superiore.

- Unita'di Bagnaschino

Gneiss ed Anfiboliti simili a quelli appartenenti al massiccio di Savona, pero' presentano una intensa sovraimpronta metamorfica alpina di alta pressione per cui alla scala dell'affioramento si distinguono per il colore da nerastro a bluastro, e per una accentuata scistosità.

Affiorano in una stretta fascia a partire da Bric Naso del Gatto, proseguendo verso Costa della Biscia sino a Bric Cascinotto.

2.2.3 Considerazioni relative allo stato della roccia

Al fine di omogeneizzare le notizie sullo stato di conservazione della roccia è stata operata la suddivisione del substrato in diverse classi in base dello stato della roccia osservabile alla scala dell'affioramento, utilizzando le risultanze di un rilevamento geologico areale svolto in sito; secondo quanto indicato dalle raccomandazioni regionali, è stata così effettuata la seguente classificazione:

- R0 roccia sub-affiorante con caratteristiche strutturali e tessiturali non visibili;
- R in buone condizioni di conservazione e/o disposizione favorevole delle strutture rispetto al pendio;
- RS in buone condizioni di conservazione con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio;
- RF (n) in scadenti condizioni di conservazione alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio;
- RF1 substrato in condizioni di manifesta fessurazione;
- RF2 substrato marcatamente micro e macrofessurato;
- RF3 substrato fogliettato e fratturato;
- RF4 substrato a bande cataclasate.

Essendo estremamente difficile, nonché talvolta impossibile effettuare, per le rocce appartenenti al Cristallino Savonese e al Gruppo di Voltri un'affidabile suddivisione dello stato della roccia, essendo presenti in sito numerose famiglie di fratture e di scistosità, si è assegnato alle diverse litologie una classe (per lo più univoca) caratterizzante lo stato della roccia e solo ove tale univocità è stata rimossa da evidenze dirette sul campo si è provveduto ad effettuare un'assegnazione diversa di classi.

A seguito dell'adeguamento con la D.G.R. n°1068/2002 è stata integrata la cartografia geolitologica, facendo particolare attenzione a garantire una più profonda conoscenza dell'assetto strutturale (introduzione di nuove giaciture, faglie presunte, ecc.). L'aggiornamento della cartografia comunque non ha influenzato in alcun modo la CSDV in quanto la metodologia utilizzata per la stesura della stessa è indipendente dallo stato della roccia.

2.3 Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico, come per quello geologico, nell'areale oggetto di studio, si riscontrano un'insieme di paesaggi e morfologie alquanto eterogeneo, passando da tratti costieri e di spiaggia bassa, in corrispondenza del centro abitato di Albissola Marina, a morfologie collinari dolci, via via sempre più aspre e molto acclivi delle vette rocciose che coronano il territorio.

In sostanza, la valle del T. Sansobbia è suddivisibile in tre differenti areali geomorfologici caratteristici dell'area indagata:

- una zona prettamente urbana situata nella parte bassa del bacino;
- una parte mediana della valle che, sebbene stretta e acclive, ha consentito ancora l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali.
- una parte alta della valle dove un aspro paesaggio e la forte acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, non ha permesso rilevanti azioni antropiche;

La parte più alta della valle ha, quindi, subito una razionalizzazione dell'uso del suolo, con mantenimento del bosco, anche se in buona parte snaturato rispetto alla configurazione spontanea, il controllo delle aree destinate a pascolo, la parziale preservazione delle tradizionali coltivazioni terrazzate che si spingevano anche nei versanti più acclivi (se ben esposti). Per contro vi è il grave rischio che l'abbandono di parte delle coltivazioni tradizionali, purtroppo povere, origini erosione accelerata e dissesto gravitativo, in assenza di manutenzione dei presidi idraulico-agrari.

I corsi d'acqua tributari del Sansobbia, che come citato in precedenza presentano caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche molto variabili, sono tutti in erosione, in genere forte, con alvei molto incisi e frequenti fenomeni di scalzamento della base dei versanti e conseguenti dissesti gravitativi più o meno significativi.

Nello sviluppo e nell'articolazione del reticolo idrografico è evidente il controllo litologico e tettonico-strutturale che le discontinuità riscontrabili in tutto il territorio operano sulle geometrie delle aste, deviando frequentemente la direzione di deflusso. Tale fenomeno è riscontrabile anche lungo le aste minori che presentano caratteristiche simili al corso d'acqua principale.

Il Rio Basco ne segue il tratto finale quasi subparallelamente per poi confluire a poche centinaia di metri dalla foce.

Le pendenze sono quindi sempre rilevanti e questo si ripercuote sulle coltri, che presentano spesso segni d'instabilità e, infatti sede di numerose frane, che riattivano anche antichi movimenti gravitativi.

Il bacino del Torrente Sansobbia presenta, un tratto finale che segue una direzione N-S e presenta un andamento sostanzialmente rettilineo. Nel tratto mediano l'andamento è controllato dai caratteristici meandri (meandri di Ellera): la valle assume una configurazione abbastanza incassata con meandri a curvature anche molto accentuate, risentendo di lineazioni tettoniche minori, per poi ridivenire N-S fino alla rottura di pendio del tratto terminale.

La parte alta del bacino appare ancor più controllata dalla tettonica: il letto del fiume, infatti, assume un andamento Est-Ovest, incassato nei litotipi ofiolitici.

La forma del Bacino ed il modellamento dei versanti risultano, pertanto, influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale, dalle litologie, ed, in particolare, dall'erodibilità di queste ultime e delle coltri detritiche.

Un ulteriore elemento molto importante per gli aspetti geomorfologici è l'elevata acclività dei versanti estesa a tutto il bacino idrografico del T. Sansobbia, infatti le pendenze si riducono vistosamente soltanto nella parte in prossimità della costa.

2.3.1 Depositi alluvionali

Per quel che riguarda i depositi alluvionali sono state distinte e cartografate, le seguenti tipologie:

- - depositi alluvionali mobili attuali (limosi-sabbiosi);
- - depositi alluvionali antichi terrazzati (sabbiosi-limosi);
- - depositi alluvionali mobili attuali (ghiaie);
- - depositi alluvionali antichi terrazzati (ghiaie).

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. Sono litologie estremamente variabili per estensione, stratigrafia, potenza, età e caratteristiche granulometriche.

Nel seguito verranno pertanto descritte le singole voci di legenda:

Alluvioni recenti (ar): sotto questo simbolo sono stati cartografati i depositi di origine sia marina sia 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 più grossolani nella parte montana e più fini a valle.

Alla foce del T. Sansobbia la piana alluvionale, relativamente poco estesa, sfuma nei depositi di spiaggia.

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

Le **alluvioni mobili attuali (am)**, che 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.

Le **alluvioni antiche terrazzate (aa)**, rappresentano le aree pianeggianti lungo i principali corsi e lungo la costa alle pendici dei primi contrafforti dei rilievi.

Detti terrazzi, rilevati qualche metro rispetto l'alveo attuale, sono ampiamente antropizzati rivelandosi favorevoli per gli insediamenti e l'agricoltura, seppure sovente possano essere interessate dalle piene dei corsi d'acqua. Queste aree sono costituite in prevalenza da materiale argillo-sabbioso e sabbioso-ghiaioso con prevalente frazione fine; localmente sono presenti concentrazioni di ghiaie anche grossolane disposte in lenti e in orizzonti che possiedono buone caratteristiche come acquiferi.

Alcuni piccoli lembi residuali situati a quote decisamente elevate rispetto al fondovalle attuale presentano materiale molto elaborato, elementi a granulometria variabile con prevalenza delle parti fini, argillo-sabbiose ben classate e talora con lenti ghiaiose.

2.3.2 Caratterizzazione delle coperture

Coperture detritiche

Le coperture detritiche di carattere alluvionale sono per logica geomorfologica localizzate lungo i corsi delle aste principali e di alcuni dei principali affluenti; le coltri di detrito eluviale, colluviale e di frana sono invece distribuite in tutto il territorio esaminato, in genere sui medi e bassi versanti.

La presenza di estese zone di detrito lungo i pendii è da imputare, oltrechè all'acclività, al carattere litologico e strutturale delle formazioni del bacino, interessate da intensa laminazione e fratturazione.

I processi geodinamici quaternari, quali quelli erosivi e di instabilità prodotti da mutazioni del livello di base dei corsi d'acqua, nonché i possibili effetti di paleosismicità, sono alla base dei numerosi accumuli franosi antichi (paleofrane) riscontrati sui versanti di tutte le valli minori del bacino. Le coperture detritiche presenti nell'ambito del bacino del T. Sansobbia, possono essere distinte in due tipologie principali: accumuli originati da fenomeni franosi di vario tipo e coltri detritiche eluvio-colluviali; per l'elaborazione della cartografia tematica sono state considerate, ove possibile, la granulometria prevalente fine o grossolana e lo spessore maggiore o minore di 3 m. Dove l'informazione è risultata di difficile acquisizione la caratterizzazione è stata comunque effettuata in base a considerazioni empiriche che tenessero conto della litologia di origine e della tipologia del fenomeno.

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area e derivano dall'alterazione e disfacimento dei vari litotipi.

Queste litologie, quando sono particolarmente alterate, come nei pressi di lineazioni tettoniche o contatti, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In talune zone, questa coltre ha una potenza superiore ai tre metri.

Spesso le coltri di questo tipo presentano fenomeni di attivazione e morfologie che possono far pensare a movimenti gravitativi, pertanto risulta talvolta sfumata la distinzione fra coltre potente e corpo di frana. Nella zona mediana e generalmente dove possibile, tali coperture sono state regolarizzate con terrazzamenti agricoli che per lo più appaiono ancora in discrete condizioni.

Le coltri più estese si rilevano lungo l'asta del T. Sansobbia poste in posizione di raccordo morfologico tra le alluvioni e l'inizio del rilievo e sono costituiti in parte da materiale colluviale e in parte da sedimenti alluvionali.

Nel territorio interessato dallo studio le coltri di media potenza più estese si trovano in prossimità di Ellera, e nella parte medio alta del territorio. Altre coperture di una certa estensione sono in associazione della Formazione di Molare (loc. Oddera, loc. Costa, a monte di Case Ciaramia).

2.3.3 Coltri eluviali e colluviali

Le coltri di alterazione eluviali-colluviali sono state distinte in quelle di potenza inferiore ai 3 m e quelle di potenza superiore ai 3 metri.

Le caratteristiche litologiche, unitamente alle intense vicissitudini geologiche che hanno determinato un'accentuata fratturazione e laminazione delle formazioni rocciose, hanno permesso una intensa azione di alterazione ed erosione dei versanti da parte degli agenti esogeni con formazione di estese zone di copertura eluviale e colluviale.

L'intensa fratturazione, diffusa nelle varie rocce costituenti i rilievi del bacino, è responsabile di fenomeni di erosione e crollo che danno origine a estesi e potenti accumuli detritici alle diverse quote dei versanti, nei quali si rinvencono trovanti di volume spesso superiore al metro cubo.

La composizione dei detriti eluviali e colluviali è legata a quella dell'ammasso roccioso di origine. La composizione risulta generalmente sabbioso-siltosa, con presenza di materiali fini ed abbondanza di scheletro e clasti di natura eterogenea.

2.3.4 Accumuli di frana antica e paleofrana

Le coperture detritiche (dt) comprendono anche gli accumuli di frane, frane inattive, frane antiche e/o paleofrane.

Nella zona indagata, come in altre valli della Liguria, ai più comuni effetti del processo di peneplanizzazione per alterazione ed erosione dei versanti (agevolate dalla acclività e dalle particolari caratteristiche di erodibilità delle formazioni presenti per litologia e fratturazione, quali le coltri eluviali e colluviali precedentemente descritte) si aggiungono gli effetti di instabilità dei versanti prodotti da una intensa dinamica quaternaria connessa ai sollevamenti tettonici dell'area, allo sviluppo di lineazioni tettoniche ed alle variazioni del livello di base dei fiumi legati all'eustatismo di carattere glaciale (Brancucci et al., 1985; Fanucci e Nosengo, 1977).

Questi effetti sono rappresentati dagli accumuli di frana antica o paleofrana rilevati in tutto l'ambito territoriale di riferimento, sia nella parte alta sia nella parte terminale della valle, alle quote sia basse sia alte dei versanti.

Come per le coltri eluviali e colluviali, la composizione litologica degli accumuli di frana antica o paleofrana è determinata dalla formazione coinvolta nella frana.

Rispetto alle coltri eluviali e colluviali, tuttavia è presente una maggiore percentuale della componente grossolana e di blocchi, tenuto conto della dinamica del fenomeno generativo.

2.3.5 Frane attive

Come già evidenziato, in relazione alla dinamica dei versanti assume grande importanza il particolare assetto geologico caratterizzato dai numerosi contatti tettonico-stratigrafici ed i relativi stati giacitureali e di tettonizzazione. In tale contesto nell'areale considerato risultano ubicati alcuni rilevanti fenomeni franosi.

A seguito di colloqui e sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R. 1592/03) con i responsabili degli uffici tecnici dei Comuni ricadenti nel Bacino del Sansobbia, si sono rilevate le seguenti frane attive cartografabili (di cui si allegano le schede frane):

- una in Comune di Albisola Superiore;
- due in Comune di Stella S. Giovanni (Loc. Ritani Superiore e Frazione S. Stella S. Corona).

2.3.6 Franosità diffusa ed erosione superficiale

Ruscamento superficiale diffuso: è caratterizzato da un finissimo reticolato di rivoletti non individuabili singolarmente; è un fenomeno visibile soprattutto sulle foto aeree ed interessa esclusivamente lo strato superficiale del suolo.

Il fenomeno è particolarmente ingente in corrispondenza di zone denudate in presenza di rocce affioranti o subaffioranti, su versanti a media-alta acclività.

Erosione concentrata di fondo: interessa quei rii con incisioni solo particolarmente profonde.

Tale fenomeno risulta intenso in corrispondenza di substrati a minore tenacità o quando le aste fluviali sono impostate su lineamenti tettonici.

Le principali forme di erosione di massa comprendono: erosione laterale, di sponda e le forme gravitative.

Erosione laterale di sponda: per erosione laterale di sponda si intende quella attività erosiva che i corsi d'acqua esercitano sulle sponde soprattutto in corrispondenza delle anse (Rio Cerce,

Rio Rossella, Rio Piantavigna, Rio Caeffu, Rio Magrania, Rio Parvin, Rio Buraxe e lungo l'asta principale del Sansobbia in prossimità di Carpineto). L'erosione laterale soprattutto in corrispondenza di precipitazioni intense ha provocato crolli nella sponda stessa del corso d'acqua. Si è infatti constatato che frane di crollo si sono verificate anche in aree ad alta stabilità.

Sono estesamente rappresentati in tutta la superficie considerata i processi erosivi superficiali ed i movimenti franosi di ridotte dimensioni prevalentemente impostati nei suoli o nei livelli di maggiore alterazione del substrato roccioso.

Altri fenomeni erosivi di una certa rilevanza sono costituiti dai processi di erosione collegati al reticolo idrografico; in particolare sono evidenti fenomeni di scalzamento ed approfondimento di alveo nelle parti alte delle valli e di erosione di fondo ed incanalata specialmente nei tratti centrali e terminali dei rii minori.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate le seguenti frane puntuali:

- nel Comune di Stella in loc. Maroni, loc. Bric Campetien, loc. Val Calda e loc. San Martino;
- nel Comune di Albisola Superiore, in loc. Rocca Negra e loc. Canavisse.

2.3.7 Altri fenomeni gravitativi

2.3.8 Riporti artificiali, discariche

I principali **riporti** sono presenti nell'abitato del comune di Albissola Marina, in corrispondenza delle zone urbanizzate e delle infrastrutture, e lungo i corsi d'acqua, laddove, le esigenze antropiche lo richiedevano: es. insediamenti produttivi, ecc. .

In particolare si fa riferimento ai riporti che costituiscono i rilevati autostradali e ferroviario e quelli localizzati in sponda destra del T. Sansobbia, subito a monte dell'autostrada dove è sorta la zona industriale di Albissola Marina.

Altri riporti antropici sono stati rinvenuti in sponda sinistra del Torrente Biobasco in corrispondenza del campo per il "tiro a segno". In genere, non sono state riscontrate particolari problematiche o criticità ad eccezione di quelle relative al riporto realizzato per ampliare il parcheggio a servizio del Santuario della Madonna della Pace dove, nel corso degli ultimi eventi alluvionali, si sono verificati fenomeni di erosione al piede ad opera del torrente con innesco di movimenti franosi in seguito stabilizzati con interventi di consolidamento degli argini fluviali.

Per quanto riguarda le **discariche**, di una certa estensione, ne sono state individuate due entrambe dismesse:

La prima è la **discarica di R.S.U in loc. Rocche-Bric Parvin**. L'assetto idrogeologico dell'area è piuttosto critico: sul versante a monte sono evidenti i segnali di intensi processi erosivi e gravitativi; anche il piazzale della discarica, costituito da ingenti spessori di materiali detritici e terrosi, è interessato da processi erosivi e gravitativi che si fanno più intensi in corrispondenza delle scarpate dell'accumulo.

La seconda, costituita prevalentemente da inerti, è ubicata a **Stella San Giovanni in località Castello**. Allo stato attuale non sono evidenti particolari problematiche a carico dell'accumulo detritico che occupa la testata di una piccola valletta, il cui rio è stato tombinato per tutta la lunghezza della discarica. I materiali sono stati disposti a gradoni che, in corrispondenza delle scarpate, sono interessati da modesti fenomeni di ruscellamento incanalati e puntuali crolli.

2.3.9 Cave

Con il simbolo corrispondente sono stati riportati i fronti di cava di una certa estensione presenti prevalentemente lungo l'asta del T. Sansobbia.

Sono state rilevate due **cave attive** la “**Cava Olmo**” in località Bric Parvin-Olmo e la “**Cava Beata**”, in località Rocchè, entrambe per la coltivazione di diabase (Gneiss di Albissola) utilizzato per la produzione di inerti, sabbia e ghiaia, pietrisco per usi edili e di massi per le difese spondali marittime e fluviali.

Nel bacino sono inoltre presenti **tre cave dismesse**:

La “**Cava Le Olive**”, in località C.ne Le Olive, sul versante opposto rispetto alle due cave attive, anche in questo caso si tratta di una cava per la coltivazione degli gneiss per inerti, massi per difese spondali, marittime e fluviali. Sono state rilevate numerose criticità: sul fronte di cava (subverticale) è riconoscibile un contatto litologico per faglia tra i paragneiss di Albissola (compatti e competenti) e le Anfiboliti di Monte Spinarda (fortemente alterate e fratturate) con potenti coperture detritiche. Piuttosto diffusi sono i processi erosivi e di crollo con arretramento del ciglio di cava. Il piazzale costituito da materiali di scarto delle lavorazioni è articolato su due livelli raccordati da una scarpata piuttosto acclive, solo parzialmente rivegetata, dove sono evidenti segnali di erosione incanalata e di movimentazione di materiale lapideo e terroso.

La “**Cava Giglio Rosso**” in località Cascine Crivezzo dove venivano cavate le dolomie e i calcari dolomiti per produzione di materiali ad uso edile stradale. Il sistema di abbattimento utilizzato prevedeva l'impiego dell'esplosivo e solo parzialmente il meccanico. L'area interessata dall'attività di cava presenta numerose problematiche: le dolomie, infatti, pur presentando, nel complesso, un aspetto massiccio, sono interessate da numerose famiglie di fratturazione e fessurazione che suddividono l'ammasso roccioso in blocchi lapidei di dimensioni da decimetriche a metriche; il fronte di cava è alto circa 150 m e i gradoni hanno un rapportoalzata/pedata molto alto; inoltre in più punti, soprattutto in prossimità del coronamento sono stati individuati blocchi lapidei (anche di 3-4 mc) con un precario assetto statico prossimo all'equilibrio limite. Si segnalano, inoltre, alcune emergenze idriche localizzate in corrispondenza dalle fratture della roccia. Il piazzale di cava, ad andamento degradante verso valle, dove è delimitato da una stradina sterrata, è costituito da ingenti volumetrie di residui delle lavorazioni di cava, le dimensioni dei materiali sono piuttosto variabili e raggiungono, in alcuni casi, anche i diversi metri cubi, nella porzione centrale, sul lato destro, il piazzale di cava ha intercettato il T. Giglio Rosso, deviandone il corso. Le acque, stagionali, hanno inciso i detriti creando un fosso profondo fino a 1-2 m circa.

La “**Cava Bric Penna**” in località Bric Penna; anche in questo caso venivano cavate le dolomie e i calcari dolomiti per produzione di materiali ad uso edile stradale. Di difficile accesso, l'area risulta completamente invasa da arbusti e rovi, è caratterizzata dall'assenza di un vero e proprio piazzale di cava tipicamente sub pianeggiante. Infatti, dalla stradina sterrata, che costituisce il limite inferiore dell'area, si diparte un grosso accumulo detritico di materiale lapideo, non cementato, a pezzatura variabile con clasti angolati da centimetrici a decimetrici che, con pendenze superiori ai 35-40 gradi, risale il versante verso il fronte di cava.

2.3.10 Terrazzi fluviali

Si sviluppano praticamente in tutta la valle, e sono ubicati al piede del pendio.

2.3.11 Acclività

La carta dell'acclività è stata fornita dall'Amministrazione Provinciale già su supporto informatico, e realizzata secondo gli standard della Regione Liguria per la stesura dei Piani di Bacino. Tali carte sono suddivise nelle seguenti classi di acclività:

- 1) 0-10%
- 2) 10-20%

| | |
|----|---------|
| 3) | 20-35% |
| 4) | 35-50% |
| 5) | 50-75% |
| 6) | 75-100% |
| 7) | >100% |

Le classi 1 e 2 risultano prevalenti nella zona prossima alla foce in corrispondenza dei terrazzi marini, in area urbana e lungo l'alveo nelle zone di alluvione, mentre, nella restante parte di bacino si riscontrano le classi maggiori ed in particolare, nelle parti alte dei sottobacini.

Il controllo a campione condotto sullo strato informativo connesso alla franosità in relazione con gli elementi della carta geomorfologia non ha rilevato difformità dallo stato attuale.

2.4 Idrologia

La stesura della carta idrogeologica mira a definire e schematizzare il comportamento dell'acqua nel terreno che riveste il duplice ruolo di risorsa e di fattore di rischio.

Nella definizione delle permeabilità si è mantenuto un approccio di tipo qualitativo, basato su dati bibliografici e sull'esperienza professionale.

Si sono distinte sei principali classi di permeabilità:

- PP permeabilità per porosità;
- Pf permeabilità per fessurazione;
- SP semipermeabile;
- IM impermeabili;
- S sartumose;
- P paludose.

La permeabilità prevalente è di tipo secondario dovuta cioè a fratturazione e fessurazione in quanto i litotipi dominanti nel bacino sono ascrivibili a rocce metamorfiche. Sia in base alla natura del litotipo, sia in base al suo stato di conservazione ed alle conoscenze specifiche degli estensori degli elaborati, sono state assegnate le classi di permeabilità sopra descritte.

Formazioni permeabili per porosità

Permeabilità alta per porosità

In questa classe rientrano le coperture alluvionali e marine e le coltri detritiche grossolane e i riporti.

Formazioni semipermeabili

Nell'ambito del bacino esaminato non si sono riscontrate formazioni tali da presentare spiccate caratteristiche di acquitardo.

Formazioni impermeabili

In questa classe rientrano tutti quei litotipi che presentano spiccate caratteristiche di impermeabilità quali le Argille di Ortovero, le marne, i calcescisti e le filladi.

Formazioni permeabili per fatturazione e fessurazione

In questa classe rientrano i rimanenti litotipi che presentano un'elevata permeabilità di origine secondaria; in particolare, a testimonianza di tale caratteristica di alcune litologie sono rilevabili, all'interno della carta geomorfologica l'ubicazione di più cavità carsiche quali sintomi evidenti di tale situazione.

Dopo un' accurata ricerca presso la Provincia di Savona, settore idrogeologico, sono state inserite in carta tutte le derivazioni, pozzi e sorgenti esistenti nel territorio indagato.

Sono state anche individuate le opere di captazione idrica quali, ad esempio, i pozzi, distinguendoli a seconda dell'utilizzo (potabile, industriale, irriguo); sono stati riportati in carta i pozzi per approvvigionamento idropotabile esistenti che rivestono particolare importanza per le limitazioni che la loro presenza induce sull'utilizzo del territorio (DPR 24/5/88 n° 236 in attuazione della direttiva CEE n° 80/77. e area di rispetto (D.P.R. 24.5.1988 n°23).

2.4.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13)

La Carta del Reticolo Idrografico non costituisce elaborato contenente le previsioni di Piano ma è da considerarsi parte degli elaborati di analisi al Piano stesso. La tavola 13 comprende i corsi d'acqua già iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, (fermo restando che il valore di ufficialità può essere attribuito unicamente all'elenco delle acque pubbliche del territorio della Provincia di Savona pubblicato sulla G.U. n. 244 del 15/10/1941 ed integrato con D.P.R. del 30/06/1954), gli ulteriori tratti che rivestono significativa rilevanza idraulica nonché tutti i tratti individuati dalla base topografica della cartografia della Carta Tecnica Regionale.

2.5 Uso del Suolo

Zone litoranee – spiagge

Le spiagge attrezzate presenti alla foce del torrente Sansobbia sono state classificate con la codifica 1.4.2 e considerate quali "Aree sportive e ricreative"

Zone con coltivi consociati

Le aree con coltivi consociati (in attualità di coltivazione o trascurati, ma non ancora colonizzati dalla vegetazione infestante) sono stati codificati con la codifica 2.4 "Zone agricole eterogenee"

Nell'ambito della stessa codifica sono stati riportati i vigneti di ridotta superficie (inferiore ai 1.000 mq), se situati in zona di coltivo misto.

Aree percorse da incendi recenti

Le aree percorse da incendi recenti sono state cartografate con la codifica 3.4.4. a partire dai verbali delle denunce di incendio, acquisiti dal Corpo Forestale dello Stato.

Gli incendi in questione si riferiscono al periodo 1994-1999 e sono stati riportati nella Carta di Uso del Suolo solo se:

- Cartografati in origine dal verbalizzatore del C.F.S. (su estratto di C.T.R. o di mappa catastale).
- Con area effettivamente percorsa dal fuoco di superficie almeno pari a 0,3 ha.

Corpi idrici

L'asta terminale del torrente Sansobbia è stata codificata col codice 4.1 (Zone umide interne) in quanto si è ritenuto che nella stessa, a differenza delle foci di altri torrenti dei vicini bacini, prevalesse la caratteristica di "zona umida".

2.5.1 Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo

1. Territori Modellati Artificialmente

Le zone urbanizzate, gli insediamenti commerciali ed industriali e le zone verdi non agricole sono concentrate principalmente lungo l'asta terminale del Sansobbia e del Rio Basco e in prossimità della foce.

Il basso-medio corso del Sansobbia è altresì caratterizzato dalla presenza di un insediamento diffuso, frammisto ad aree di coltivo misto; il basso-medio corso del Rio Basco presenta una simile caratterizzazione insediativa.

Le grandi reti infrastrutturali (ferrovie, autostrada) attraversano l'asta terminale del Sansobbia in sopraelevazione; lungo il corso del Rio Basco scorre una strada statale che collega Liguria e Piemonte.

2. Territori agricoli

Nel bacino del torrente Sansobbia esiste una (relativamente) vasta area, concentrata principalmente nella piana alluvionale della foce, dedicata a colture agricole specializzate, praticate con tecniche intensive, sia in pieno campo che in serra.

Frammiste ad esse si trovano sporadiche aree coltivate a frutteto, spesso consociato, e ad oliveto.

Vaste aree ad oliveto prevalente si trovano sulle prime pendici collinari terrazzate, situate sul lato di levante del bacino del Sansobbia e al confine con il bacino del Rio Sanda.

Diffusi i vigneti, di tradizionale impianto, soprattutto lungo il corso del Torrente Sansobbia e diffuse pure le aree a coltivo misto, localizzate principalmente nella zona collinare.

Uniformemente diffuse, anche se non sempre cartografate a causa della loro ridotta estensione, le zone di ex coltivo non ancora colonizzate dall'arbusteto o dal bosco; esse sono spesso inserite in aree con differente – e prevalente – destinazione di uso del suolo.

Prati e pascoli sono di assai limitata estensione e si trovano inseriti all'interno dell'area boscata.

3. Territori boscati ed ambienti seminaturali

Il bosco copre la gran parte del territorio del bacino del torrente Sansobbia; si tratta di un bosco con tipologia vegetazionale varia, che spazia dall'insediamento di specie termofile, nella zona prospiciente il mare, a popolamenti tipicamente mesofili nella parte alta del bacino, in prossimità dell'area del massiccio Beigua.

Secondo una caratterizzazione già riscontrata in altri bacini, la stessa specie assume carattere termofilo o mesotermofilo, a seconda della situazione stazionale (altitudine, microclima...) in cui si viene a trovare.

Il bosco di conifere mostra spesso tracce di profondo degrado, causate da ripetuti passaggi del fuoco, soprattutto nelle zone che costeggiano le principali strade di comunicazione che collegano la costa con l'interno.

Molto diffuse le zone ad arbusteto prevalente, che colonizza in larga parte le aree percorse dal fuoco.

4. Zone umide

Il corso medio-alto del torrente Sansobbia non presenta una ricca varietà di zone umide di una qualche estensione.

2.6 Idrologia di piena

2.6.1 Premessa

Nell'ambito della pianificazione di bacino, ai sensi del D.L. 180/98, al fine di individuare aree a diversa pericolosità idraulica e di determinare le portate di progetto, è necessario associare ai valori di portata al colmo di piena una probabilità di accadimento, o in altri termini, un tempo di ritorno.

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena, la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro Interuniversitario di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) - una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri". Lo studio (nel seguito indicato come studio CIMA) fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua della regione Liguria con foce sul litorale tirrenico. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km², viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella presente relazione di piano.

Con riferimento al presente piano stralcio, tra le diverse metodologie elencate nel paragrafo 2.8.4.2 è stata utilizzata dai professionisti incaricati quella che si basa sul metodo VAPI con portata indice valutata secondo la metodologia geomorfoclimatica (VAPI -G) i cui valori sono in grassetto.

Le principali motivazioni considerano che:

- la metodologia VAPI presenta stime più robuste per la elevata numerosità del campione delle portate massime annuali utilizzato;
- la stima della portata indice, è basata sulla trasformazione pioggia portate, ottenuta con il modello geomorfoclimatico. Infatti questo fa ricorso al modello di dettaglio del comune di Albisola Superiore che utilizza una descrizione particolareggiata delle caratteristiche geomorfologiche del bacino del Sansobbia e del Rio Basco.

2.6.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi, sono state definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito non strumentato all'interno della regione;
- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;

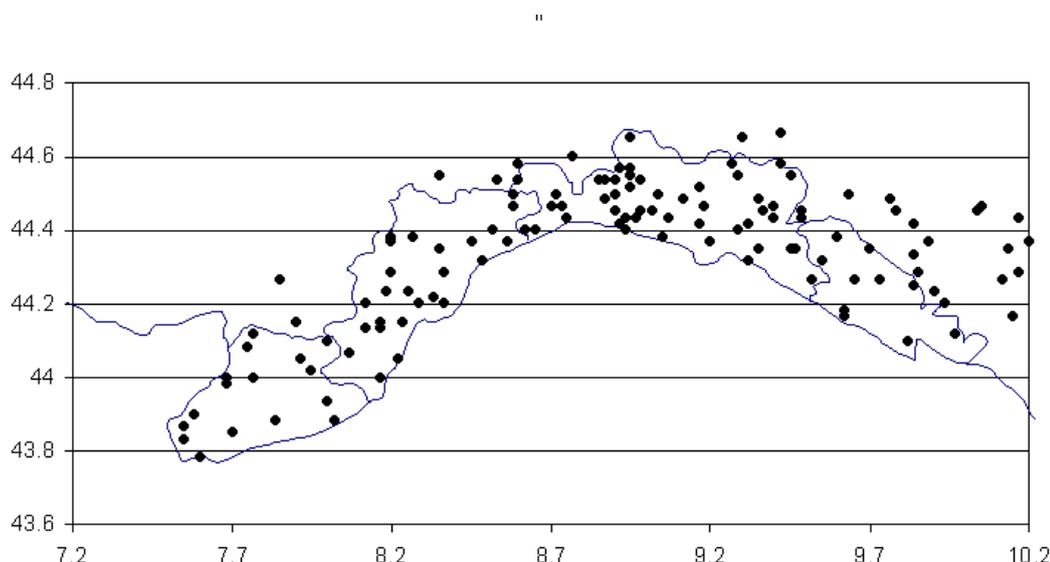
- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata, con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;
- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico per periodo di ritorno $T=2.9$ anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello molto avanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];
- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno T .

Elenco delle stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi e relative coordinate; nell'ultima colonna è riportata la numerosità campionaria.

| | STAZIONE | Lat. | Long. | Quota | N |
|----|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|----------|
| 1 | GENOVA CASTELLACCIO | 44.26 | 3.31 | 379 | 24 |
| 2 | GENOVA SERV. IDROGRAFICO | 44.24 | 3.31 | 2 | 27 |
| 3 | NERVI | 44.23 | 3.24 | 45 | 16 |
| 4 | GENOVA PONTECARREGA | 44.26 | 3.29 | 26 | 31 |
| 5 | PRATO | 44.27 | 3.26 | 89 | 22 |
| 6 | SCOFFERA | 44.29 | 3.2 | 678 | 29 |
| 7 | S. EUSEBIO | 44.27 | 3.28 | 240 | 21 |
| 8 | S. ILARIO | 44.23 | 3.24 | 210 | 27 |
| 9 | VIGANEGO | 44.26 | 3.23 | 400 | 34 |
| 10 | ALASSIO | 44 | 4.17 | 10 | 47 |
| 11 | ALBENGA | 44.03 | 4.14 | 5 | 39 |
| 12 | ALTO | 44.06 | 4.27 | 630 | 33 |
| 13 | CALICE LIGURE | 44.12 | 4.1 | 70 | 22 |
| 14 | CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA | 44.08 | 4.2 | 350 | 50 |
| 15 | COLLE DEL MELOGNO | 44.14 | 4.16 | 1000 | 37 |
| 16 | FEGLINO | 44.13 | 4.07 | 160 | 26 |
| 17 | MANIE | 44.12 | 4.05 | 297 | 19 |
| 18 | MONTAGNA | 44.17 | 4.05 | 256 | 43 |
| 19 | PIEVE DI TECO | 44.03 | 4.32 | 240 | 25 |
| 20 | POGLI DI ORTOVERO | 44.04 | 4.23 | 90 | 48 |
| 21 | RIALTO | 44.14 | 4.12 | 976 | 31 |
| 22 | FIORINO | 44.28 | 3.45 | 236 | 29 |
| 23 | MADONNA DELLE GRAZIE | 44.26 | 3.42 | 159 | 25 |
| 24 | MELE | 44.28 | 3.43 | 278 | 24 |
| 25 | COLONIA ARNALDI | 44.25 | 3.17 | 600 | 37 |
| 26 | CASSAGNA | 44.21 | 3 | 432 | 19 |
| 27 | CHIAVARI | 44.19 | 3.08 | 5 | 57 |
| 28 | CICHERO | 44.25 | 3.08 | 480 | 21 |
| 29 | GIACOPIANE | 44.28 | 3.03 | 1016 | 60 |
| 30 | NEIRONE | 44.28 | 3.16 | 332 | 30 |
| 31 | PANESI | 44.21 | 3.06 | 25 | 46 |
| 32 | PIANA DI SOGLIO | 44.24 | 3.1 | 75 | 40 |
| 33 | SAN MICHELE | 44.26 | 3.03 | 170 | 57 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|-------|------|------|----|
| 34 | SAN PIETRO DI NOVELLA | 44.22 | 3.15 | 13 | 32 |
| 35 | STATALE | 44.21 | 2.59 | 570 | 47 |
| 36 | TIGLIOLO | 44.27 | 3.05 | 293 | 55 |
| 37 | BESTAGNO | 43.56 | 4.27 | 300 | 42 |
| 38 | COLLE S.BARTOLOMEO | 44.01 | 4.3 | 621 | 21 |
| 39 | IMPERIA | 43.53 | 4.26 | 15 | 50 |
| 40 | SAVONA | 44.19 | 3.58 | 5 | 36 |
| 41 | SELLA DI SAVONA | 44.21 | 4.06 | 473 | 14 |
| 42 | ARLIA | 44.16 | 2.2 | 385 | 53 |
| 43 | BOLA DI TRESANA | 44.14 | 2.33 | 400 | 47 |
| 44 | CALICE AL CORNOVIGLIO | 44.15 | 2.37 | 402 | 24 |
| 45 | CHIUSOLA | 44.21 | 2.45 | 630 | 42 |
| 46 | EQUI TERME | 44.1 | 2.18 | 300 | 40 |
| 47 | GUINALDI (Presa Verde) | 44.25 | 2.37 | 371 | 31 |
| 48 | LA SPEZIA | 44.06 | 2.38 | 5 | 48 |
| 49 | LEVANTO | 44.1 | 2.5 | 2 | 33 |
| 50 | MATUCASO | 44.17 | 2.17 | 581 | 34 |
| 51 | MONTALE DI LEVANTO | 44.11 | 2.5 | 149 | 35 |
| 52 | NOVEGINO (già Aulla) | 44.12 | 2.31 | 55 | 34 |
| 53 | PARANA | 44.17 | 2.36 | 695 | 29 |
| 54 | ROCCHETTA (già Tarassola) | 44.2 | 2.37 | 426 | 50 |
| 55 | SARZANA | 44.07 | 2.29 | 26 | 54 |
| 56 | SERO' DI ZIGNAGO | 44.16 | 2.43 | 630 | 46 |
| 57 | S. MARGHERITA VARA | 44.16 | 2.48 | 200 | 39 |
| 58 | S.S. ANNUNZIATA DI PONTREMOLI | 44.22 | 2.34 | 215 | 51 |
| 59 | TAVARONE | 44.19 | 2.54 | 603 | 44 |
| 60 | VARESE LIGURE | 44.23 | 2.51 | 347 | 43 |
| 61 | COLLA MELOSA | 43.59 | 4.46 | 1600 | 21 |
| 62 | COLLE BELENDIA | 43.45 | 4.45 | 1350 | 31 |
| 63 | ROCCHETTA NERVINA | 43.54 | 4.52 | 225 | 32 |
| 64 | VALLE TANE | 44 | 4.46 | 1405 | 30 |
| 65 | CASTIGLIONE CHIAVARESE | 44.16 | 2.56 | 300 | 39 |
| 66 | CROCETTA D'ORERO | 44.32 | 3.28 | 460 | 31 |
| 67 | GENOVA UNIVERSITA' | 44.25 | 3.32 | 21 | 59 |
| 68 | ISOVERDE | 44.32 | 3.35 | 270 | 57 |
| 69 | MADONNA DELLA GUARDIA | 44.29 | 3.35 | 814 | 35 |
| 70 | MIGNANEGO | 44.32 | 3.33 | 250 | 53 |
| 71 | MONTE CAPELLINO | 44.33 | 3.3 | 660 | 33 |
| 72 | AIROLE | 43.52 | 4.54 | 103 | 38 |
| 73 | CALVO (gia Torri) | 43.5 | 4.54 | 57 | 26 |
| 74 | VENTIMIGLIA | 43.47 | 4.51 | 9 | 32 |
| 75 | ELLERA | 44.22 | 4 | 75 | 15 |
| 76 | CENTRALE ARGENTINA | 43.53 | 4.37 | 70 | 36 |
| 77 | TRIORA | 44 | 4.41 | 780 | 27 |
| 78 | LERCA | 44.24 | 3.48 | 110 | 33 |
| 79 | SCIARBORASCA | 44.24 | 3.5 | 112 | 34 |
| 80 | STELLA S. MARTINO | 44.24 | 3.56 | 330 | 29 |
| 81 | VARAZZE | 44.22 | 3.53 | 22 | 37 |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------------|-------|------|------|----|
| 82 | BALESTRINO | 44.08 | 4.17 | 370 | 43 |
| 83 | CARPE | 44.09 | 4.17 | 400 | 22 |
| 84 | VERZI LOANO | 44.09 | 4.13 | 95 | 46 |
| 85 | ISOLA DI PALANZANO C.LE | 44.26 | 2.17 | 575 | 46 |
| 86 | PADULI DIGA | 44.21 | 2.19 | 1139 | 33 |
| 87 | SELVANIZZA C.LE | 44.26 | 2.13 | 468 | 40 |
| 88 | SUCCISO | 44.22 | 2.15 | 911 | 13 |
| 89 | BOSCO DI CORNIGLIO | 44.27 | 2.25 | 842 | 49 |
| 90 | MARRA C.LE | 44.28 | 2.24 | 635 | 50 |
| 91 | BUSALLA | 44.34 | 3.3 | 360 | 17 |
| 92 | CHIAPPARI | 44.34 | 3.32 | 535 | 8 |
| 93 | VAL NOCI DIGA | 44.3 | 3.25 | 544 | 33 |
| 94 | ISOLA DEL CANTONE | 44.39 | 3.3 | 300 | 42 |
| 95 | TORRIGLIA | 44.31 | 3.17 | 764 | 25 |
| 96 | BARDINETO | 44.12 | 4.2 | 711 | 29 |
| 97 | CAIRO MONTENOTTE | 44.23 | 4.11 | 328 | 36 |
| 98 | OSIGLIA (Diga Cavallotti - Osiglia) | 44.17 | 4.15 | 620 | 41 |
| 99 | CENGIO | 44.23 | 4.15 | 450 | 30 |
| 100 | CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE) | 44.16 | 4.36 | 620 | 45 |
| 101 | LAVAGNINA C.LE | 44.36 | 3.41 | 245 | 51 |
| 102 | LAVEZZE LAGO | 44.32 | 3.36 | 652 | 38 |
| 103 | MASONE | 44.3 | 3.44 | 433 | 36 |
| 104 | MILLESIMO | 44.22 | 4.15 | 427 | 47 |
| 105 | ORMEA C.LE | 44.09 | 4.33 | 730 | 39 |
| 106 | ORTIGLIETO | 44.35 | 3.51 | 300 | 38 |
| 107 | PIAGGIA | 44.05 | 4.42 | 1310 | 39 |
| 108 | PIAMPALUDO | 44.28 | 3.52 | 857 | 32 |
| 109 | PIANCASTAGNA | 44.32 | 3.55 | 732 | 34 |
| 110 | SPIGNO MONFERRATO | 44.33 | 4.06 | 476 | 52 |
| 111 | TIGLIETO | 44.32 | 3.51 | 500 | 15 |
| 112 | URBE | 44.3 | 3.52 | 500 | 24 |
| 113 | VIOZENE | 44.07 | 4.41 | 1248 | 22 |
| 114 | BEDONIA | 44.3 | 2.49 | 544 | 44 |
| 115 | BORGO VAL DI TARO | 44.29 | 2.41 | 411 | 21 |
| 116 | S. MARIA DEL TARO | 44.26 | 2.58 | 744 | 37 |
| 117 | STRINABECCO | 44.27 | 2.58 | 800 | 27 |
| 118 | VALDNA C.LE | 44.27 | 2.4 | 611 | 24 |
| 119 | BOSCHI D'AVETO DIGA | 44.35 | 3.02 | 630 | 51 |
| 120 | BRUGNETO | 44.4 | 3.02 | 903 | 19 |
| 121 | CABANNE | 44.29 | 3.06 | 812 | 33 |
| 122 | LOCO CARCHELLI C.LE | 44.33 | 3.1 | 610 | 51 |
| 123 | LOSSO C.LE | 44.39 | 3.09 | 416 | 37 |
| 124 | ROVEGNO | 44.35 | 3.11 | 660 | 16 |
| 125 | SANTO STEFANO D'AVETO | 44.33 | 3 | 1014 | 24 |



Posizione delle 125 stazioni ricadenti nella regione omogenea individuata sulla base di considerazioni sui meccanismi di generazione delle precipitazioni intense in Liguria. Esse appartengono al SIMI sezione di Genova per la parte tirrenica e sezione di Parma per la parte padana.

2.6.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Tali curve consentono, per assegnato periodo di ritorno, di definire come variano le altezze massime annuali di precipitazione in funzione della durata considerata.

La forma più comune delle LSPP è:

$$h(d, T) = a(T)d^n$$

con:

$h(d, T)$ altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T ;

$a(T)$ coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;

n esponente della relazione di scala.

Nel caso in esame è stato mostrato come per tutte le durate fino a 24 ore la distribuzione di probabilità possa essere ritenuta costante nella sua forma adimensionale. Ciò significa che, una volta fissato il periodo di ritorno, il rapporto tra il quantile corrispondente a tale periodo di ritorno ed il valore atteso è costante per qualunque durata. In tali condizioni quindi il coefficiente $a(T)$ può essere espresso nella forma:

$$a(T) = K_T \frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$$

con:

$E[H_{d_1}]$ valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento d_1 ;

K_T coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

Inoltre è stato messo in luce che le differenze tra i diversi valori assunti da $\frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$ sono riconducibili alla variabilità campionaria e che per congruenza con il metodo di valutazione delle portate al colmo di piena si è scelto come pioggia indice $E[H_{12}]$. La forma da utilizzare della LSPP risulta quindi:

$$h(d, T) = K_T E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

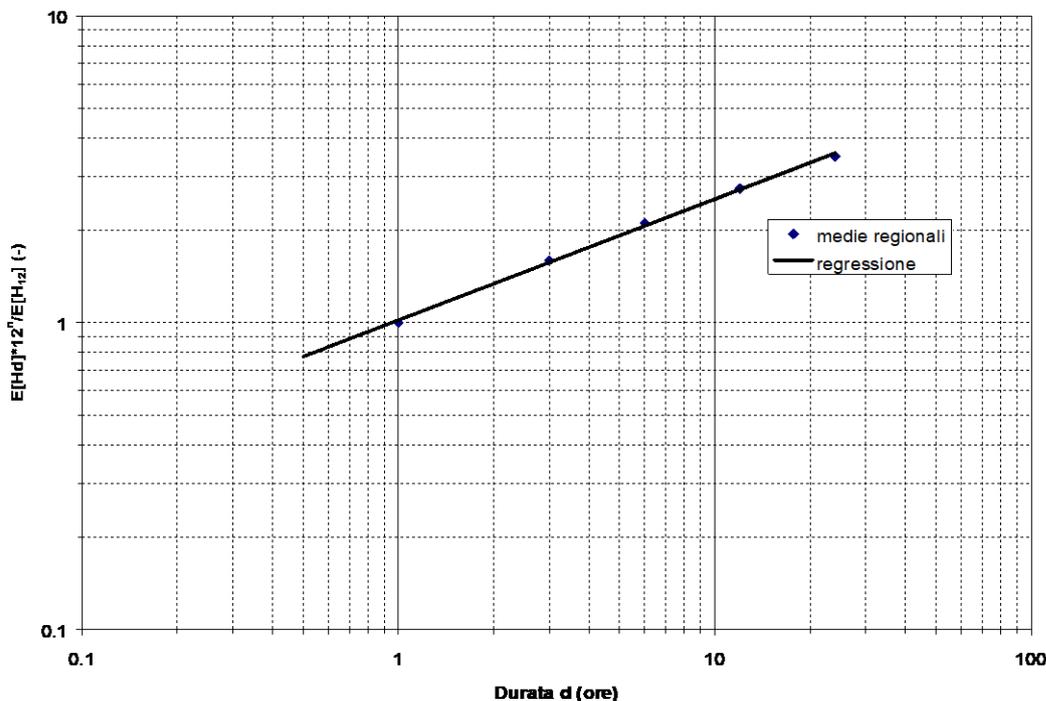
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_d] = E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

con:

d durata di interesse in ore.

Quindi con una regressione lineare dei logaritmi delle medie regionali dei massimi annuali per le diverse durate sui logaritmi delle rispettive durate si ottiene una stima dell'esponente n , pari a $n=0.39$. Nella figura che segue è riportata la curva di scala con le medie regionali per le diverse durate. Si può osservare come essa si adegui in maniera molto soddisfacente alle osservazioni. Quindi l'ipotesi che i valori attesi della pioggia indice varino con la durata secondo l'espressione della LSPP riportata risulta del tutto accettabile.



Curva di scala valutata sulla base delle medie regionali dei massimi annuali di precipitazione per le durate considerate. La legge di potenza ipotizzata per la curva di scala si adegua in maniera molto soddisfacente alle osservazioni, confermando l'accettabilità dell'ipotesi.

Una volta valutato l'esponente n , il valore di $E[H_{12}]/12^n$ può essere valutato per qualsiasi sito nella regione, essendo noto $E[H_{12}]$, valutato secondo le modalità esposte al paragrafo precedente.

In Tabella 1 sono riportati i valori del parametro pioggia indice $E[H_1] = \frac{E[H_{12}]}{12^{0.39}}$ da inserire nell'espressione della LSPP. Il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita in figura precedente. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro. Per comodità di lettura, in Tabella 2 sono riportati i valori di K_T per i periodi di ritorno più

comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1).

Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione x del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di x si entra nella Tabella 1 cui corrispondono i rispettivi valori di $E[H_1]$, eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in Tabella 2 si ricava il valore K_T ;
4. La LSPP assume quindi la forma:

$$h(d, T) = K_T * E[H_1] * d^{0.39} \quad (1)$$

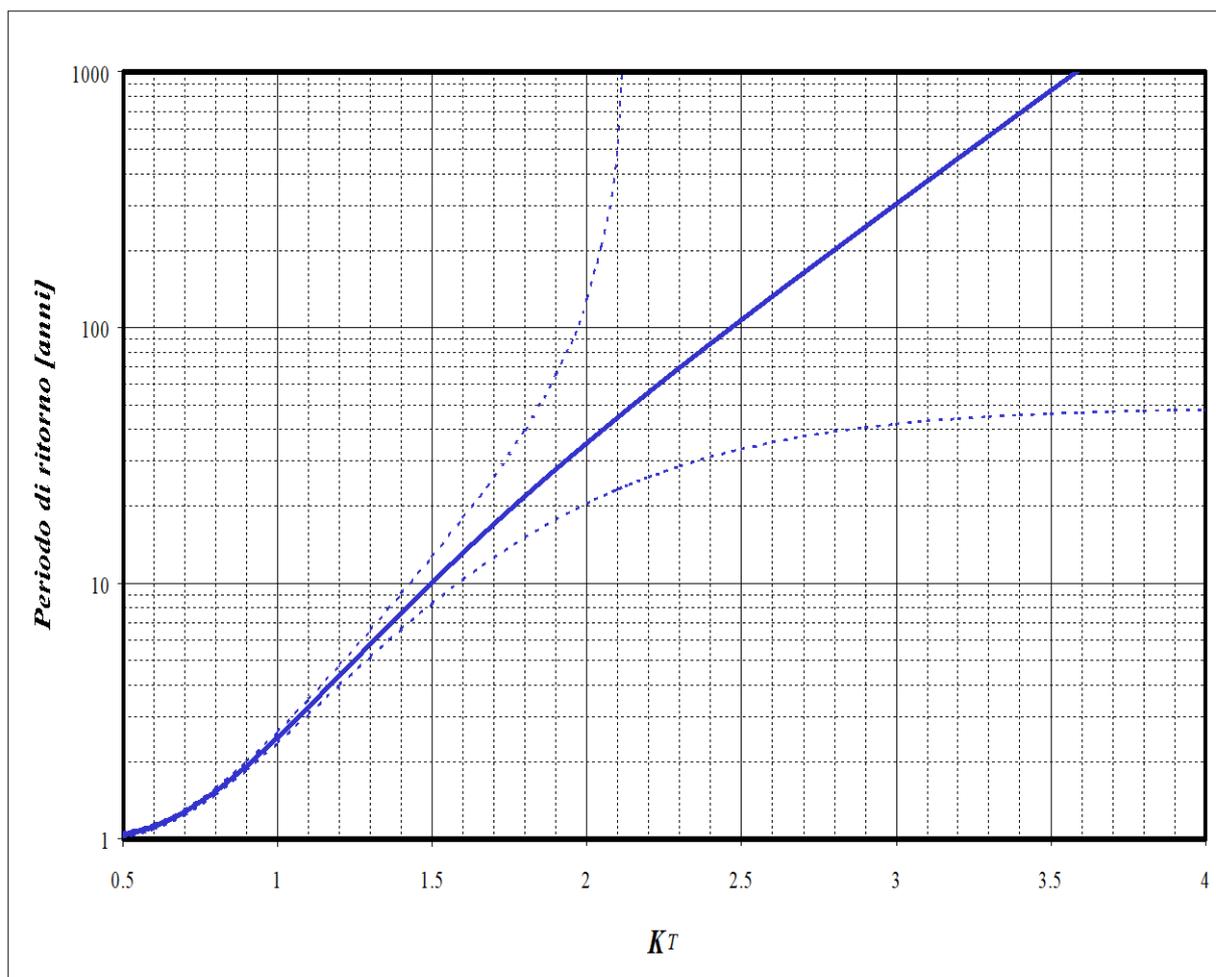
Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino del torrente Sansobbia Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

| Longitudine | | E[H ₁] |
|-------------|-------|--------------------|
| Gradi | primi | mm |
| 8 | 25.0 | 39.2 |
| 8 | 27.5 | 39.6 |
| 8 | 30.0 | 39.9 |
| 8 | 32.5 | 40.0 |
| 8 | 35.0 | 40.2 |

Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno T . Per i periodi di ritorno differenti il valore K_T si può leggere sull'asse delle ascisse nell'apposito grafico, entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno.

| T [anni] | K _T |
|----------|----------------|
| 30 | 1.88 |
| 50 | 2.10 |
| 100 | 2.43 |
| 200 | 2.78 |
| 500 | 3.28 |

Qualora si volesse stimare la LSPP per un periodo di ritorno non presente in Tabella 2 il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita regionale. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate (ad esempio $T=10$ anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a $K_{10}=1.5$.



Curva di crescita regionale. Sulle ascisse si legge il valore adimensionale del quantile, il cui periodo di ritorno associato è indicato in ordinata.

2.6.4 Portate di piena

2.6.4.1 La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)

L'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria (l.r. 9/93, art. 26), nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure.

Essa venne costruita quindi con lo scopo di fornire un valore di portata al colmo di piena con approccio conservativo, cioè a vantaggio di sicurezza. Per tale motivo essa venne disegnata raccogliendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle portate al colmo di piena registrate storicamente sui bacini appartenenti al compartimento idrografico, facendo in modo che il valore del contributo unitario alla portata al colmo di piena che si legge per una determinata area di bacino sottesa sia superiore o uguale a tutti quelli storicamente osservati su bacini della stessa estensione.

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa struttura di ragguglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

La relazione analitica che descrive la curva di inviluppo aggiornata in conseguenza della piena dell'ottobre 1970 a cura dell'ing. Cati è la seguente:

$$q=7.92 + 88.92A^{-0.66}$$

dove:

q: contributo unitario [m³/s·km²]

A: superficie del bacino [km²]

2.6.4.2 Determinazione delle portate al colmo di piena (Studio Rosso)

| Sezione | Superficie sottesa, Km ² | Portata Inviluppo m ³ /s | Portata al colmo duecentennale, m ³ /s | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------|------------------|-------------|---------------------------|----------------|
| | | | PS96 | RL99 | CAS94 | Metodo VaPi | | |
| | | | | | | Tsi | TG | TSD |
| T. Sansobbia Tronco Mediano | 57.8 | 811 (14.0) | 1052 (18.2) | 1059 (18.3) | [1063] (18.4) | 670 | 848 (0) | |
| T. Sansobbia Tronco Terminale | 72.3 | 953 (13.2) | 1120 (15.5) | 1220 (17.2) | [1347] (18.6) | 792 | 1077 (0) | 1114 (16.4) |
| T. Rio Basco Tronco Terminale | 14.3 | 333 (23.3) | 403 (28.2) | 260 (18.2) | [417] (29.1) | 235 | 325 (0) | 306 (22.9) |

Tabella 2.6.4.2.1. Portate temibili per diversi valori del periodo di ritorno per le sezioni di interesse dei torrenti Sansobbia e Rio Basco ottenute con diversi metodi. In parentesi sono riportati, sotto ogni valore di portata, i relativi valori di contributo unitario in (m³/s)/Km². S96: Metodo regionale della Provincia di Savona (da: Istituto di Idraulica dell'Università di Genova, 1996); RL99: Metodo regionale della Regione Liguria (da: CIMA-Università di Genova, 1999); CAS94: Modello geomorfoclimatico del Comune di Albisola (da: Comune di Albisola Superiore, 1994); VaPi-Tsi: Metodo VaPi GEV con qindice diretta via Traslazione Scala-Invariante; VaPi-G: Metodo VaPi GEV con qindice indiretta via Geomorfoclimatica; VaPi-TSD: Metodo VaPi GEV con qindice indiretta via Tracce Storico-Documentali. Nella prima colonna sono riportati i valori ottenuti applicando il metodo della "curva inviluppo dei contributi unitari" (cfr. Cati, 1970).

La Tabella 2.6.4.2.2 riporta la portata al colmo di piena per tempi ritorno, T, pari a T= 50 anni, T=100 anni, T=200 anni, T=500 anni per l'asta del T. Sansobbia e del T. Rio Basco.

| Periodo di Ritorno, R, anni = | Portata al colmo, Q, m ³ /s | | | | | | | inv |
|---------------------------------|--|------|---------------------|-----|-----|------|------|---------------|
| | | | | 50 | 100 | 200 | 500 | |
| Sezione | Superficie sottesa, Km ² | q* | q _{indice} | | | | | |
| T. Sansobbia – Tronco Mediano | 57.8 | 2.84 | 164.1 | 539 | 679 | 848 | 1127 | 811 (14.0) |
| T. Sansobbia – Tronco Terminale | 72.3 | 2.88 | 208.4 | 685 | 863 | 1077 | 1431 | 953 (13.2) |
| T. Rio Basco – Tronco Terminale | 14.3 | 4.40 | 62.4 | 207 | 260 | 325 | 432 | 333 (23.3) |

Tabella 2.6.4.2.2: Valori della portata di piena secondo il Metodo Vapi Geomorfologico ad assegnato Tempo di Ritorno utilizzati per la definizione delle aree esondabili

Il metodo VAPI prevede la determinazione della q_{indice} attraverso la formula:

$$q_{indice} = q^* \cdot A$$

La portata relativa ai diversi tempi di ritorno si ottiene

$$Q = q_{indice} \cdot X_T$$

dove:

| Tempo di ritorno T [anni] | 50 | 100 | 200 | 500 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| X _T | 3.29 | 4.14 | 5.17 | 6.87 |

Tabella – valori del fattore di crescita X_T per alcuni valori salienti del periodo di ritorno T per il versante tirrenico

Inoltre il Comune di Albisola Superiore ha realizzato già in tempi precedenti valutazioni sulle condizioni di deflusso con portate di deflusso dedotte a partire da studi di dettaglio sul bacino del fiume Sansobbia. Certamente vi è una differenza che risulta però pari a circa il 20%, valore questo che rientra nell'intervallo di confidenza delle portate fornite per il bacino del torrente Sansobbia dello studio CIMA.

2.6.4.3 Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)

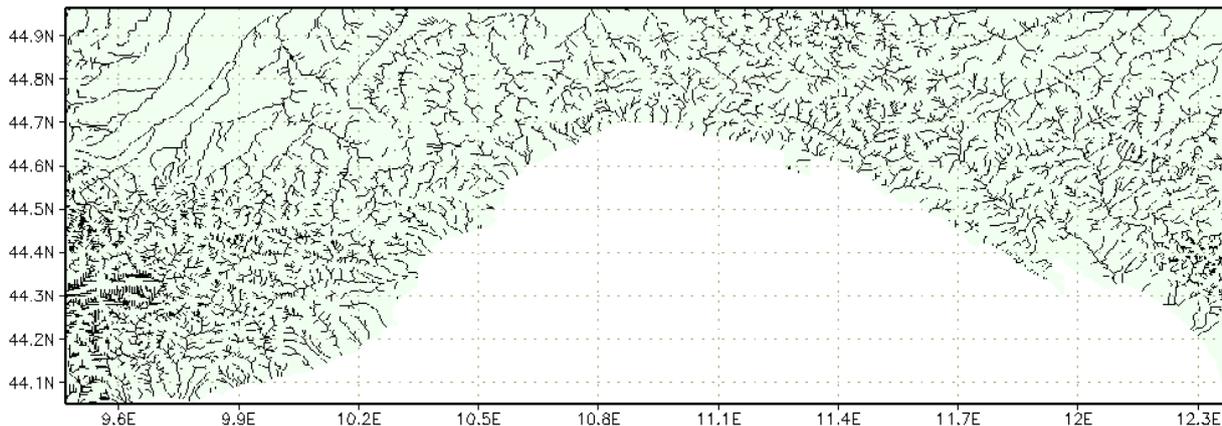
Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti

naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

Il primo modulo identifica le diverse componenti che costituiscono la rete di drenaggio effettuando la distinzione tra versante e canale. Tale distinzione avviene utilizzando una procedura di filtro con significato morfologico. Questo modulo utilizza come dato di ingresso le informazioni derivanti dai modelli digitali di elevazione del territorio sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio. Il risultato di questo modulo è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. La figura che segue rappresenta i reticoli di drenaggio della regione Liguria come risultano individuati nel modello a partire dalle informazioni digitali di elevazione del territorio.



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

Il secondo modulo utilizza come ingresso i risultati del primo modulo e, attribuendo nella cella-canale una velocità di scorrimento del deflusso superficiale stimata pari a 2.5 m/s e nella cella-versante una velocità stimata pari a 0.16 m/s, determina per ogni cella il relativo tempo di corrivazione individuando l'idrogramma istantaneo unitario. L'IUH è calcolato sommando il contributo di ogni cella, alla quale è associato un tempo di corrivazione calcolato come somma dei tempi trascorsi dal ruscellamento prodotto in quella cella rispettivamente sul versante e nel canale lungo il tragitto che lo collega alla sezione di chiusura.

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

Si può definire il modello come un modello lineare, semi-distribuito, parziale (non gestisce il deflusso sub-superficiale), in grado di effettuare simulazioni a scala di evento.

L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce l'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa al cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia.

L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la situazione relativa ad un periodo di tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione.

Il modello è stato pensato come un modello a cinque parametri: due di carattere morfologico per l'individuazione della rete di drenaggio e la distinzione tra le due componenti di tale rete, due di carattere cinematico, le velocità rispettivamente in canale e sul versante, ed un parametro fisico rappresentante lo stato di umidità del terreno che identifica appunto la situazione fisica di inizio simulazione. Una analisi svolta precedentemente alla calibrazione ha premesso di determinare i valori da attribuire ai parametri morfologici assumendoli, almeno in una regione morfologicamente omogenea, costanti. I valori da attribuire ai parametri cinematici sono stati tarati utilizzando eventi storici. La condizione di antecedente bagnamento del suolo rappresenta un grado di libertà che si deve lasciare al modello e non è quindi un parametro tarabile a priori.

| PORTATA AL COLMO DI PIENA, quantile 50% $Q[m^3s^{-1}]$ | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|
| IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE | | | VALORI DI $Q [m^3s^{-1}]$ | | | | | | |
| <i>Torrente</i> | <i>SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON</i> | <i>AREA DRENATA [Km²]</i> | <i>T_{indice}</i> | <i>T=30 anni</i> | <i>T=50 anni</i> | <i>T=100 anni</i> | <i>T=200 anni</i> | <i>T=500 anni</i> | <i>Curva di inviluppo (CATI)</i> |
| <i>Sansobbia</i> | <i>Mar Tirreno</i> | <i>70</i> | <i>240</i> | <i>710</i> | <i>850</i> | <i>1040</i> | <i>1220</i> | <i>1470</i> | <i>930</i> |
| <i>Rio Basco</i> | <i>Sansobbia</i> | <i>14</i> | <i>50</i> | <i>150</i> | <i>180</i> | <i>220</i> | <i>260</i> | <i>310</i> | <i>330</i> |
| <i>Sansobbia</i> | <i>Rio Montegrosso</i> | <i>33</i> | <i>100</i> | <i>280</i> | <i>330</i> | <i>410</i> | <i>480</i> | <i>580</i> | <i>550</i> |
| <i>Montegrosso</i> | <i>Sansobbia</i> | <i>10</i> | <i>50</i> | <i>130</i> | <i>160</i> | <i>190</i> | <i>230</i> | <i>270</i> | <i>270</i> |

Valori di portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno –“Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri” (CIMA 31 marzo 1999)

Nelle sezioni dei corsi d'acqua dove il Piano non indica il valore della portata, si segue la metodologia indicata nella tabella sottostante, utilizzando il valore di **c** individuato nella prima sezione immediatamente a valle di quella considerata lungo lo stesso tratto di asta fluviale.

$$Q=c \cdot A^{0.75}$$

Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m³s⁻¹] A=superficie [Km²]

| IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO | | | | VALORI DI C [m³s⁻¹ Km^{-0.75}] | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Torrente</i> | <i>DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA A CON</i> | <i>ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON</i> | <i>AREA DRENATA MASSIMA [Km²]</i> | <i>T_{indice}</i> | <i>T=30 anni</i> | <i>T=50 anni</i> | <i>T=100 anni</i> | <i>T=200 anni</i> | <i>T=500 anni</i> |
| <i>Sansobbia</i> | <i>Mar Tirreno</i> | <i>Rio Montegrosso</i> | <i>70</i> | <i>10.07</i> | <i>29.21</i> | <i>34.95</i> | <i>42.81</i> | <i>50.56</i> | <i>60.84</i> |
| <i>Rio basco</i> | <i>Sansobbia</i> | <i>Rio Remenone</i> | <i>14</i> | <i>7.06</i> | <i>20.47</i> | <i>24.49</i> | <i>30.00</i> | <i>35.43</i> | <i>42.63</i> |
| <i>Sansobbia</i> | <i>Rio Montegrosso</i> | <i>Rio Brasso</i> | <i>33</i> | <i>6.99</i> | <i>20.28</i> | <i>24.26</i> | <i>29.72</i> | <i>35.10</i> | <i>42.24</i> |
| <i>Montegrosso</i> | <i>Sansobbia</i> | <i>Torrente Piantavigna</i> | <i>10</i> | <i>8.04</i> | <i>23.33</i> | <i>27.92</i> | <i>34.19</i> | <i>40.39</i> | <i>48.59</i> |

Valori del coefficiente "C" con assegnato tempo di ritorno per la determinazione delle portate al colmo di piena in qualsiasi sezione –"Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri" (CIMA 31 marzo 1999)

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA

PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m³s⁻¹]

| IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE | | | VALORI DI Q [m³s⁻¹] | | | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Torrente</i> | <i>SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON</i> | <i>AREA DRENATA [Km²]</i> | <i>T_{indice}</i> | <i>T=30 anni</i> | <i>T=50 anni</i> | <i>T=100 anni</i> | <i>T=200 anni</i> | <i>T=500 anni</i> |
| <i>Rio di Boraso</i> | <i>Torrente Sansobbia</i> | <i>3</i> | <i>10</i> | <i>40</i> | <i>40</i> | <i>50</i> | <i>60</i> | <i>80</i> |

2.6.4.3.1 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)

La stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale è stata oggetto di una modellazione numerica a parte rispetto alla metodologia sopra proposta.

Si riportano di seguito i singoli elementi che concorrono alla definizione della stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km²:

- scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica;

- stima della precipitazione efficace;
- stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario;
- calcolo dell'evento critico per assegnato tempo di ritorno;
- metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno;

Dei parametri necessari per l'applicazione pratica del metodo sopra sintetizzato, sembra di poter individuare, come passibile di valutazioni soggettive, il valore assegnato al coefficiente assunto a rappresentare la capacità del suolo di assorbire parte della precipitazione. Di stima più semplice, e sicuramente meno soggettiva, è la posizione del bacino in esame nell'ambito del territorio regionale e la dimensione areale del bacino sotteso dalla sezione per la quale si vuole calcolare il valore di portata per assegnato tempo di ritorno. Si suggerisce conseguentemente che la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione sia ristretta ad un insieme estremamente limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali, come in *Tabella 1*.

| tipo | Descrizione | N |
|------|--|---|
| A | Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%. | 2 |
| B | Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%. | 7 |
| C | Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%. | 5 |
| D | Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%. | 7 |

Tabella 1: classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN.

Il riferimento alle condizioni standard sopra riportate consente di esprimere la portata con tempo di ritorno 2.9 anni come:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3s^{-1}];$$

mentre le portate per i diversi tempi di ritorno si ottengono dalla

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3s^{-1}];$$

con K_T – fattore di frequenza delle portate – fornito dalla *Tabella 2*. Il coefficiente C_Q è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, in *Tabella 3*.

| T [anni] | 5 | 10 | 30 | 50 | 100 | 200 | 500 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| K_T | 1.29 | 1.79 | 2.90 | 3.47 | 4.25 | 5.02 | 6.04 |

Tabella 2: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

| Longitudine | Bacino Tipo | | | | |
|-------------|-------------|-------|------|------|------|
| | Gradi | primi | A | B | C |
| 8 | 25.0 | 7.28 | 6.07 | 4.65 | 4.08 |
| 8 | 27.5 | 7.36 | 6.14 | 4.7 | 4.13 |
| 8 | 30.0 | 7.44 | 6.21 | 4.75 | 4.17 |
| 8 | 32.5 | 7.48 | 6.25 | 4.78 | 4.2 |
| 8 | 35.0 | 7.52 | 6.28 | 4.8 | 4.22 |

Tabella 3: coefficiente di portata, C_Q , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.2.6.4.3.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km².

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2} \quad [m^3s^{-1}];$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km², espresso in $m^3s^{-1}km^{-2}$, e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in *Tabella 1*. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3s^{-1}km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della *Tabella 2*.

| T [anni] | 5 | 10 | 30 | 50 | 100 | 200 | 500 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| K_T | 1.29 | 1.79 | 2.90 | 3.47 | 4.25 | 5.02 | 6.04 |

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

| Longitudine | Bacino Tipo | | | | |
|-------------|-------------|-------|------|------|------|
| | Gradi | primi | A | B | C |
| 8 | 25.0 | 9.07 | 7.57 | 5.79 | 5.09 |
| 8 | 27.5 | 9.17 | 7.66 | 5.86 | 5.15 |
| 8 | 30.0 | 9.28 | 7.74 | 5.93 | 5.20 |
| 8 | 32.5 | 9.33 | 7.79 | 5.96 | 5.23 |
| 8 | 35.0 | 9.37 | 7.82 | 5.99 | 5.26 |

Tabella.2: contributo unitario $U_{A=2}$ in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.6.5 Portate di piena di progetto per il bacino Sansobbia (Rif. Normativa di Piano)

Nella tabella sono riportati in corrispondenza di ogni sezione i valori di portata al colmo, relativi ai diversi periodi di ritorno, utilizzati nel calcolo del livello del pelo libero al passaggio dell'onda di piena.

In fase di piano di bacino stralcio procedere si è ritenuto di utilizzare gli studi condotti da professionisti esterni ma da tempo operativi sul territorio anche alla luce del fatto che i risultati rientrano nella forbice di affidabilità degli studi oggi presenti sul territorio ed utilizzati per gli altri bacini.

Per i corsi d'acqua che sottendono un bacino imbrifero inferiore ai 10 Km² le cui portate sono state calcolate con il metodo "Piccoli Bacini", è stata effettuata l'assegnazione della classe secondo le caratteristiche di assorbimento del bacino in seguito a verifica sulla cartografia tecnica.

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|---------------|---|---|--|------------|------------|
| | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| T. Sansobbia | 27-61 | 57.8 | 539 | 848 | 1127 |
| T. Sansobbia | 1-27 | 72.3 | 685 | 1077 | 1431 |

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Sansobbia – tratto terminale, tratto mediano (VAPI - Rosso)

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|---------------|---|---|--|------------|------------|
| | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| T. Sansobbia | 77-85 | 33 | 312 | 489 | 648 |
| T. Sansobbia | 67-76 | 45 | 421 | 661 | 878 |
| T. Sansobbia | 62-66 | 57.8 | 539 | 848 | 1127 |

Valori delle portate al colmo di piena per il T.Sansobbia loc.Ellera (VAPI - Rosso)

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|---------------|---|---|--|------------|------------|
| | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| T. Sansobbia | 1-9 | 25 | 251 | 388 | 506 |

Valori delle portate al colmo di piena per il T.Sansobbia loc.Stella S.Giovanni (VAPI - Rosso)

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. gradi ssg | C _q | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---|------------|------------|
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Basco – monte (tratto a monte della confluenza col Rio Delle Lunghe) | 58-65 | 5.6 | C | 8° 30' | 4.17 | 98 | 141 | 170 |
| Rio Basco - medio (tratto dalla confluenza con il Rio Remenone alla confluenza col Rio delle Lunghe) | 12-57 | 8.5 | C | 8° 30' | 4.17 | 138 | 200 | 240 |
| Rio Basco - confluenza (tratto dalla confluenza T. Sansobbia alla confluenza col Rio Remenone) | 1-11.7 | 14 | Metodo VAPI | | | 207 | 325 | 432 |

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Basco

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. Gradi Ssg | C _q | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---|------------|------------|
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Montegrosso (tratto di monte) | 1-7 | 5.0 | D | 8°25' | 4.08 | 76 | 110 | 133 |
| Rio Montegrosso (tratto di valle) | 8-14 | 9.8 | C | 8°25' | 4.65 | 160 | 230 | 270 |

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Montegrosso

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. Gradi Ssg | U _A | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---|------------|------------|
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Pagliarin | 1-2 | 0.5 | C | 8°25' | 5.09 | 9 | 13 | 15 |
| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. Gradi Ssg | C _q | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Piantavigna | 3-9 | 4.5 | D | 8°25' | 4.08 | 70 | 101 | 122 |

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Piantavigna – Rio Pagliarin

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. Gradi Ssg | U _A | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---|------------|------------|
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Rossello | 1-7 | 1.8 | D | 8°27.5' | 5.15 | 32 | 47 | 56 |

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Rossello

| Corso d'acqua | Tratto studiato (sezioni idrauliche) | Superficie bacino [Km. ²] | Classe bacino | Long. Gradi Ssg | C _q | Portata [m ³ s ⁻¹] | | |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|---|------------|------------|
| | | | | | | T=50 anni | T=200 anni | T=500 anni |
| Rio Buraxe | 1-18 | 2.6 | D | 8° 30' | 4.17 | 45 | 65 | 79 |

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Buraxe

2.6.5.1. Determinazione delle portate al colmo di piena.

I valori di portata al colmo di piena ottenuti con il metodo VAPI e quelli che si ricavano con il metodo CIMA piccoli bacini discostano per valori di area sottesa prossimi ai 10 Km².

La Provincia di Savona ha quindi provveduto ad effettuare una linearizzazione delle portate.

La linearizzazione ha quale limite inferiore un bacino di 10 Km² caratterizzato da tipologia D per longitudine 8°30'; come limite superiore si considera il valore calcolato secondo il metodo VAPI fino alla sezione che raccoglie un'area scolante di circa 35 Km².

Nella seguente *tabella 2.8.5.1.1* si riassumono pertanto le metodologie da seguire per la determinazione delle portate nel bacino Sansobbia.

| TORRENTE SANSOBBIA | | | |
|---|--|---|---|
| Area sottesa dal bacino [km²] | T = 50 | T = 200 | T = 500 |
| 72,3 ÷ 57,8 | VAPI ($q^* = 2,88$) | | |
| 57,8 ÷ 35 | VAPI ($q^* = 2,84$) | | |
| 35 ÷ 10 | Linearizzazione $Q = 7,56A + 62,39$ | Linearizzazione $Q = 12,57A + 73,94$ | Linearizzazione $Q = 17,71A + 63,14$ |
| 10 ÷ 2 | CIMA bacini piccoli | | |
| < 2 | CIMA bacini piccolissimi | | |

| RIO BASCO | | | |
|---|--------------------------|----------------|----------------|
| Area sottesa dal bacino [km²] | T = 50 | T = 200 | T = 500 |
| 14,3 ÷ 10 | VAPI ($q^* = 4,40$) | | |
| 10 ÷ 2 | CIMA bacini piccoli | | |
| < 2 | CIMA bacini piccolissimi | | |

Tabella 2.6.5.1.1: determinazione delle portate per il bacino Sansobbia; per i metodi VAPI, CIMA bacini piccoli e CIMA bacini piccolissimi si rimanda ai rispettivi capitoli esplicativi

3. PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

3.1 Premessa

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della pericolosità, che ha il fine di individuare le criticità del bacino e suddividere il territorio in aree a differente grado di pericolosità. Dalla sovrapposizione delle classi di pericolosità con gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, si giunge poi alla carta del rischio.

In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89, si dovrebbe aver esaminato tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità, nonché le loro possibili interazioni immediate o a posteriori.

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica. Esse, allo stato attuale, sono state studiate separatamente, soprattutto in ragione della complessità delle metodologie di analisi necessarie per una loro più completa valutazione, complessità spesso non supportata da un'adeguata quantità e qualità dei dati disponibili: si fa riferimento, per esempio, a problematiche di trasporto solido che possono influire sulla determinazione di entrambi i tipi di pericolosità, o alle possibili conseguenze di un evento franoso anche su aree a contorno del dissesto stesso. Tale metodologia è compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

La pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, come sovrapposizione delle due componenti idraulica e geomorfologica, costituite in sostanza dalla carta delle fasce di inondabilità e dalla carta della suscettività al dissesto di versante. Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate.

A riguardo della pericolosità idraulica, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo e la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità stessa. La carta di pericolosità idraulica consiste essenzialmente nella determinazione delle aree periferuviali che risultino inondabili per portate di massima piena caratterizzate da diversi tempi di ritorno. Sulla base dei criteri dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, la carta è rappresentata dalla carta delle fasce di inondabilità, nella quale sono perimetrate tre fasce corrispondenti al deflusso della massima piena con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La pericolosità per portate superiori è ritenuta trascurabile. Vengono qui inoltre trascurati fenomeni diversi dalle esondazioni dai corsi d'acqua e altri fenomeni che potrebbero contribuire ad aumentare o aggravare le inondazioni oltre alla insufficienza idraulica strutturale.

La cartografia tematica della pericolosità che sintetizza gli aspetti geologici è la carta della suscettività al dissesto dei versanti, che rappresenta la propensione di una porzione di versante all'innescio di fenomeni franosi, in relazione sia ai litotipi presenti sia alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti morfogenetici. Il risultato ottenuto seguendo il metodo anzi descritto, risulta tuttavia completamente avulso dalla dinamica evolutiva del singolo dissesto, in quanto tale aspetto non può essere valutato a priori con nessun modello matematico, ma solo con l'ausilio di specifiche indagini studiate di volta in volta proprio in funzione del singolo movimento.

La cartografia relativa alla suscettività al dissesto è stata sviluppata come già detto, utilizzando i dati ottenuti durante le fasi di analisi, quelli forniti dalle Amministrazioni coinvolte ed integrati con il rilevamento geologico-geomorfologico dei nuovi eventi gravitativi verificatisi durante le piogge dell'ultimo autunno; tale elaborato in sovrapposizione con gli elementi a rischio permetterà di realizzare la carta del rischio.

Il metodo della sovrapposizione presenta un'unica limitazione: difficilmente e/o quasi mai si riescono ad evidenziare le aree che, pur presentando un grado di pericolosità basso, potrebbero aumentare la loro criticità a causa della presenza di zone ad alta o molto alta pericolosità ad esse limitrofe che, con l'evoluzione del dissesto in corrispondenza di queste ultime, interferirebbero nelle prime: ad esempio la presenza di dissesti attivi in prossimità del fondovalle, che presenta un grado di pericolosità basso, ma che potrebbe essere interessato dall'evolversi dell'evento franoso presente poco a monte.

L'analisi incrociata delle carte della suscettività al dissesto di versante, della franosità reale e delle fasce di inondabilità, assieme alle considerazioni sui possibili valori dei tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e medio-lungo termine.

In relazione agli approfondimenti opportuni per giungere ad una carta di pericolosità più approfondita nell'ambito di un piano di bacino più completo ai sensi della L. 183/89 si segnala, come già accennato, la necessità di tenere in debita considerazione le interazioni tra dinamica del versante ed evoluzione del corso d'acqua, caratterizzate da particolari complessità concettuali e metodologiche, ma, comunque, indispensabili per valutare le emergenze del bacino, per fornire delle linee di utilizzo del suolo e le eventuali tipologie di intervento. A tale scopo diviene necessario acquisire dati sperimentali di riferimento per le analisi geomorfologiche ed idrogeologiche.

Questa necessità di acquisizione di dati non è legata solo al bacino idrografico in considerazione, ma è un problema ricorrente per la gran parte dei bacini liguri. A tale proposito si possono evidenziare l'opportunità delle seguenti integrazioni a livello di ambito:

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche
- una campagna geognostica e di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta suscettività al dissesto dei versanti e da quella delle fasce di inondabilità, la cui unione in questo caso rappresenta la pericolosità. Sono inoltre riportati un commento alle carte derivate e le principali criticità puntuali rilevate durante i sopralluoghi.

3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

3.2.1 Carta della suscettività al dissesto dei versanti (CSDV)

Nell'ambito dell'analisi del bacino del T. Sansobbia è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino. Oltre a questo metodo è stata effettuata una interpretazione del dato di sintesi, in funzione della approfondita conoscenza del territorio, da parte dei professionisti incaricati degli studi.

La metodologia predisposta per la realizzazione della CSDV, prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- Acclività
- Litologia
- Geomorfologia
- Carta di dettaglio dei movimenti franosi (o franosità reale)
- Uso del suolo
- Idrogeologia

Le variabili associate a ciascun tematismo considerato nelle fasi di overlay risultano strutturate nei livelli informativi definiti nelle Raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale e sono illustrate nella seguente tabella.

| Tematismo | Variabile | Tipo |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|
| Carta geolitologica | Litologia | Principale |
| | Contatti | Aggravante |
| Carta geomorfologica | Coltri potenti | Principale |
| | Coltri sottili | Principale |
| | Granulometria delle coltri | Principale |
| | Stato della roccia | Principale |
| | Erosione concentrata di fondo | Aggravante |
| | Erosione spondale | Aggravante |
| | Ruscellamento diffuso | Aggravante |
| Carta dell'acclività | Classi di acclività | Principale |
| Carta idrogeologica | Permeabilità del substrato | Principale |
| Carta dell'uso del suolo | Uso del suolo | Principale |
| Carta della franosità reale | Frane attive | Principale |
| | Frane quiescenti | Principale |
| | Franosità diffusa | Principale |
| | D.G.P.V. | Aggravante |

Tabella riepilogativa delle variabili considerate¹

¹ N.B.: le variabili di tipo "principale" sono definite come quelle ritenute determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della suscettività al dissesto di versante. Le variabili "aggravanti" rappresentano quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente in relazione al contesto territoriale esaminato e che pertanto presentano una variabilità sia tra bacini diversi sia all'interno del singolo bacino. Nella fattispecie gli elementi di cui sopra rappresentano i parametri di tipo geografico-fisico, geologico geomorfologico ed ambientali s.l., fra quelli previsti negli attuali standard dei Piani di Bacino, che maggiormente condizionano la dinamica di versante nel bacino.

A ciascuna variabile considerata viene poi attribuito un peso quantitativo indicativo della relativa incidenza sulla suscettività al dissesto di versante.

La sovrapposizione degli strati informativi determina la formazione di elementi poligonali elementari ognuno dei quali è caratterizzato da un numero che costituisce la somma algebrica di tutti i pesi relativi a ciascun elemento associato al poligono. Maggiore è il peso totale, maggiore sarà la suscettività al dissesto connessa al poligono elementare.

Di seguito si riporta lo schema procedurale della metodologia utilizzata precisando che la CSDV è stata sviluppata con l'ausilio del GIS Geographics di Bentley che automatizza e semplifica le procedure di calcolo, overlay, la generazione dei topofiles e la vestitura finale dell'elaborato cartografico.

| Voce | Categoria | tabella | Topofile | disegno |
|--|------------|------------|----------------|------------|
| Substrato, coltri potenti e alluvioni | base | base | topobase | base |
| Incrocio permeabilità/roccia/coltri | der1 | der1 | topoder1 | Der1 |
| Pesi litologie | lito1 | lito1 | topolito1 | lito1 |
| Acclività | accliv | accliv | topoaccliv | accliv |
| Uso del suolo | der3 | der3 | topoder3 | der3 |
| Cigli di frana | cigli | cigli | topocigli | cigli |
| Franosità diffusa/frane non cartografabili | fran_no | fran_no | topofran_no | fran_no |
| ruscellamento diffuso | diffuso | diffuso | topodiffuso | diffuso |
| Erosione incanalata | incanalato | incanalato | topoincanalato | incanalato |
| Erosione spondale | spondale | spondale | topospondale | spondale |
| Cave, discariche e riporti | cave | cave | topocave | cave |
| Frane | frane | frane | topofrane | frane |

Tabella riepilogativa degli strati informativi utilizzati

L'attribuzione dei pesi alle litologie è avvenuta su base statistica eseguita sull'applicazione della formulazione di Guida et al., che consente di individuare in maniera oggettiva un peso di suscettività sulla base della franosità reale (ψ):

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

dove:

$$K = \sum A^n_v / A_T$$

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

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

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

A_T = Area totale del bacino [km²]

Si è stabilito di normalizzare a 10 il valore di ψ massimo all'interno del bacino e, conseguentemente, di rapportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie.

Relativamente al bacino del torrente Sansobbia i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati nella sottostante tabella:

CARTA GEOLITOLOGICA

| Formazione Litologica – Litologia – Peso – A'n – A'n | | |
|--|------------------------------------|--------------------------------|
| Quaternario | | |
| d – 7,5 – 386267 – 470634 | dt – 5,5 – 1674204 – 150771 | dt2 – 3,3 – 670038 – 358245 |
| aa – 0,2 – 1677530 - 582 | | am – 0 – 2540606 - 0 |
| Coperture prequaternarie | | |
| A ORV – 0 – 53352 - 0 | Cg MOR – 2,7 – 3958084 – 1731845 | Ma RCC – 3,2 – 76468 - 400 |
| Dominio piemontese ligure | | |
| Mf MNT – 0 – 626836 - 0 | Mgsv MNT – 4,9 – 1361467 – 10800,5 | Sns MNT – 10 – 603847 - 9854 |
| Dominio piemontese | | |
| Cs TURGDV – 0,8 – 3233986 – 4254,2 | MbBEIGDV – 1,3 – 2995585 – 6259,7 | Sr GDV – 0 – 34529 – 0 |
| Bcof BEI GDV – 1,8 – 824982 - 2400 | Mgvo DGV – 8,7 – 86884 – 1230,1 | Uma GDV – 0,8 – 5883837 – 7885 |
| Dominio brianzonese | | |
| Qz QPN – 0 – 1314 - 0 | Do SPM – 1,7 – 2797288 – 7742,2 | |
| Tegumento permocarbonifero | | |
| Angn BAG – 0 – 1149160 – 0 | | |
| Gr LETCAS – 0,3 – 18082106 – 9751,71 | Mig CAS – 0 – 26460 - 0 | |
| Ogn ALS CAS – 8 – 2288215 – 30047,51 | Pgn ALS CAS – 0 – 4287727 – 0 | |
| An SPN CAS – 0,5 – 6075225 – 4781,4 | Gr GSA CAS – 0 – 1897844 - 0 | |

I valori così ottenuti sono stati presi come punto di riferimento per l'assegnazione dei pesi alle altre variabili che sono esposti nei seguenti schemi.

CARTA GEOMORFOLOGICA/IDROGEOLOGICA - COLTRI

| Peso | Tipo di coltre |
|-------------|---|
| 11 | Coltri sottili su substrato impermeabile |
| 10 | Coltri potenti su substrato impermeabile |
| 9 | Coltri potenti e sottili grossolane su substrato impermeabile |
| 8 | Coltri potenti su substrato permeabile |
| 7 | Coltri sottili su substrato permeabile |
| 6 | Coltri potenti e sottili grossolane su substrato permeabile |

CARTA DELL'ACCLIVITA'

| Peso | Classe di acclività |
|-------------|---|
| 0 | Acclività 0 - 35% su substrato affiorante |
| 1 | Acclività 35 – 50% su substrato affiorante |
| 2 | Acclività 50% - 75% su substrato affiorante |
| 4 | Acclività 75%-100% su substrato affiorante |
| 7 | Acclività > 100% su substrato affiorante |
| -2 | Acclività 0% < 10% coltri detritiche/alluvioni |
| -1 | Acclività 10 - 20% coltri detritiche/alluvioni |
| 1 | Acclività 20 – 35% coltri detritiche/alluvioni |
| 3 | Acclività 35 - 50% coltri detritiche/alluvioni |
| 5 | Acclività 50 - 75% coltri detritiche/alluvioni |
| 6 | Acclività 75 - 100% coltri detritiche/alluvioni |
| 7 | Acclività > 100% coltri detritiche/alluvioni |

CARTA DELL'USO SUOLO

| Peso | Classe uso del suolo |
|-------------|------------------------------------|
| 2 | Urbanizzato continuo e discontinuo |
| 2 | Cave |
| 0/2 | Seminativo |
| -1 | Ex coltivi |
| -1 | Uliveti terrazzati |
| 0 | Prati e pascoli |
| 2 | Roccia affiorante o subaffiorante |
| -1/-1 | Arbusteti |
| -2/+1 | Boschi |

FATTORI PEGGIORATIVI

| Peso | Fattore peggiorativo |
|-------------|--|
| 2 | Cigli di frana |
| 1 | Erosione incanalata |
| 2 | Ruscellamento diffuso |
| 2 | Franosità diffusa e frane non cartografabili |
| 2 | Erosione spondale |

I pesi relativi alle coltri sono stati differenziati oltre che sulla base della potenza e della granulometria, anche tenendo conto della tipologia del substrato, soprattutto in relazione alla sua permeabilità. Le coltri indistinte da un punto di vista granulometrico sono state assimilate a quelle fini, adottando il criterio di porsi nelle condizioni maggiormente negative.

Questa scelta deriva dal fatto che si è osservato come in corrispondenza di queste aree si verifica la maggior concentrazione di frane, prevalentemente di tipo puntuale.

Per quanto riguarda i pesi assegnati alla carta dell'acclività è stata introdotta l'assegnazione di pesi negativi per le aree meno acclivi, in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'insacco di movimenti di massa.

I pesi attribuiti ai fattori di uso del suolo derivano da un'analisi delle fonti bibliografiche e dalla taratura effettuata in campagna sulla loro reale consistenza e rappresentatività. In particolare le aree urbanizzate sono state considerate sfavorevoli per l'alterazione indotta nei processi idrologici; similmente anche il bosco, le aree terrazzate, le aree prative e gli ex-coltivi, risultano soggetti ad un abbandono generalizzato che ne inficia le caratteristiche di "efficienza idrogeologica". Relativamente agli oliveti, ubicati in prevalenza nella parte medio bassa del bacino, sono risultati in buono stato di manutenzione e tuttora utilizzati a fini agricoli; pertanto pur essendo disposti su fasce terrazzate è stato attribuito loro un contributo favorevole alla stabilità.

Fra i "fattori aggravanti" è stata inclusa la voce "franosità diffusa e frane non cartografabili", che non è inclusa nelle Raccomandazioni cui si è fatto fino ad ora riferimento, in quanto si è ritenuto importante per la finalità del presente lavoro tenere in debito conto delle aree interessate da un buon numero di frane di piccole dimensioni (non cartografabili). Nel considerare questi fattori ci si è trovati di fronte a variabili di tipo puntuale o lineare; siccome si è ritenuto difficile, se non impossibile, stabilire a priori una fascia standard di influenza di ciascun parametro anche nell'ambito della procedura informatica, i pesi indicati in tabella sono stati assegnati ad una fascia di larghezza e forma variabile a seconda dei casi.

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti si ottiene una carta estremamente frammentata e suddivisa in poligoni, di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma dei valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati.

Dopo aver esaminato la suddetta carta si sono estrapolati i valori massimo e minimo fra i diversi poligoni, quindi il range di valori dato dalla loro differenza viene suddiviso in 4 classi di suscettività (ALTA, MEDIA, BASSA e MOLTO BASSA) tramite la fusione e l'accorpamento dei poligoni contenuti nella carta.

Sovrapponendo alla carta di cui sopra la carta della franosità reale si sono delimitate le frane attive e quiescenti e le diverse classi di suscettività; le prime vengono assegnate ad una classe a sé (SUSCETTIVITA' MOLTO ALTA) mentre le seconde vengono direttamente inserite in classe di suscettività ALTA.

L'ultimo passaggio previsto nel percorso descritto è quello della delimitazione ed assegnazione ad una categoria speciale delle aree interessate dalla presenza di cave, discariche o grandi riporti che si è ritenuto opportuno trattare separatamente rispetto ai versanti naturali, sia per quanto riguarda gli aspetti di suscettività che per i regimi normativi.

Nel caso di aree di cava, discariche e riporti ove non esista o non sia vigente una normativa "speciale" è stata attribuita la corrispondente classe di suscettività al dissesto anche mediante aggiornamento della legenda e della cartografia tematica di Piano.

Tale aggiornamento è avvenuto a seguito di osservazioni di carattere puntuale esaminate caso per caso in merito alle caratteristiche di pericolosità dei singoli areali (Rif. D.G.R. 1068/02 e 1158/02) così come riportato al Cap. 2.3.8 Discariche e riporti e Cap. 2.3.9 Cave.

A seguito dell'applicazione di un'analisi territoriale di tipo "iterativo" eseguita affinando gradualmente sia i pesi delle variabili considerate sia il taglio delle classi si è pervenuti ad un risultato soddisfacente e rispondente ai controlli eseguiti a campione; la conoscenza diretta del territorio e le tarature eseguite sul terreno hanno poi contribuito al perfezionamento delle sintesi ove la metodologia usata non dava un risultato pienamente aderente alla realtà territoriale che, per alcuni aspetti (vegetazione, incendi, interventi antropici etc.), si evolve anche rapidamente. Il risultato cartografico finale per una miglior leggibilità e gestione della carta alla scala di plottaggio (1:10.000) viene presentato uniformando i piccoli spot residui (nel caso non ci sia visibile riscontro o motivazione dalla verifica sul campo) alla classe dominante circostante. Ovviamente gli spot vengono conservati se dalla validazione sul terreno appare giustificata la differenza di classe.

| CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI | | | |
|---|--|--|--------------------|
| VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ | SPECIFICHE | SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO | CLASS E |
| < 2 | Aree prive di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. | MOLTO BASSA BASSA MEDIA | Pg0 |
| 2 – 3 | | | Pg1 |
| 4 –17 | | | Pg2 |
| > 17 | Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa. | ALTA | Pg3 B |
| Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività: | | | |
| Aree di frana Quiescente | Comprende aree in cui vi è la presenza di indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e sui corsi d'acqua. | ALTA | Pg3 A |
| Aree in Frana Attiva | Aree interessate da movimenti gravitativi in atto. | MOLTO ALTA | Pg4 |
| Cave e miniere attive - Discariche in esercizio | Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore. | | tipo A |
| Ex Cave, ex Miniere | Aree come individuate ai sensi della DGR 1208/2012 con la quale è stato approvato l'aggiornamento dei criteri per la redazione della normativa di attuazione dei piani di bacino a riguardo dell'assetto geomorfologico (individuate in Tav. 8 con retino trasparente). | Aree speciali | tipo B1 |
| Ex Discariche e riporti antropici. | All'interno delle aree speciali di tipo B ₁ e B ₂ è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda. | | tipo B2 |

Criteri di attribuzione delle classi di Suscettività al Dissesto (Tav. 8)

3.2.2 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

A seguito dell'applicazione di un'analisi territoriale di tipo "iterativo" eseguita affinando gradualmente i valori da attribuire ai tematismi di analisi utilizzati ed agli intervalli di valore che rappresentano le classi, si è pervenuti ad un risultato soddisfacente e rispondente ai controlli e alle verifiche eseguite sul terreno. Il risultato cartografico finale viene presentato senza apportare alcuna modifica alla carta derivata, si possono, infatti, osservare piccoli frammenti (*slivers*) con suscettività differente rispetto alle aree limitrofe.

Tale scelta persegue l'obiettivo di restituire un dato originale che non modifichi a posteriori la sua oggettività; revisioni e modifiche potranno e dovranno essere opportunamente apportate in fase di perimetrazione delle aree finalizzate alla definizione dei regimi normativi: in questa fase la carta della suscettività al dissesto di versante dovrà essere tenuta nella massima considerazione evitando, però, di incorrere nell'errore di utilizzare le perimetrazioni del suddetto tematismo senza ragionare nel dettaglio sul loro reale significato.

La carta della suscettività al dissesto dei versanti, ottenuta per il bacino del Torrente Sansobbia, suddivide il territorio sotteso dal corso d'acqua in tre porzioni principali: parte alta compresa tra lo spartiacque e la direttrice Stella S. Martino – Ritani; la parte intermedia compresa dalla stessa direttrice fino a Ellera, per il bacino del Torrente Sansobbia ed il Santuario della Pace lungo il Torrente Riobasco, infine la parte bassa compresa tra Ellera, Santuario della Pace ed il mare.

La zonazione emersa dall'elaborazione del programma di calcolo associato alla cartografia, ha pertanto evidenziato che nell'areale del bacino del Torrente Sansobbia, gli elementi che governano le criticità dell'intero territorio dal punto di vista geomorfologico, sono la litologia e l'acclività dei versanti; tale dato emerge nettamente dalla carta, ed è certamente un'analisi corretta in quanto l'aspetto litologico conta molto nella dinamica dei pendii, in particolare nel caso in esame si evidenzia una buona differenziazione essendo la maggior parte del bacino impostata su litologie ascrivibili a rocce metamorfiche, sebbene di varia origine.

La parte alta del bacino, compresa tra lo spartiacque con la "zona Padana" e la direttrice Stella S. Martino – Ritani, presenta una zonizzazione della suscettività al dissesto generalmente sempre minore mano a mano che ci si avvicina allo spartiacque. Alcuni tratti del fondovalle del Torrente Sansobbia in corrispondenza dell'abitato di Stella S. Giustina (C. Zezza, Collareta) e del Torrente Riobasco (Ponte Botteghetta), ma anche alcuni versanti risultano rientrare nelle classi di suscettività più bassa (colore azzurro) mentre i contorni risultano di suscettività al dissesto più alta, in particolare in corrispondenza dell'abitato di S. Giustina fino al Giovo, dove l'acclività dei versanti è molto accentuata. Localmente sono altresì presenti zone a classificazione di suscettività elevata, anche molto diffuse, che evidenziano l'associazione di più fattori predisponenti talvolta riconducibili alla morfologia come in prossimità del Ponte Sansobbia, Case Danaveto, Pedrina, Reverdita, talvolta più legate alle condizioni litologiche: Cianetto-Castellari, Bric dell'Orco, C. Rezzecchè, Rocca Moglie.

La parte intermedia del bacino, compresa come anzidetto tra la direttrice S. Martino – Ritani ed Ellera per l'asta principale ed il Santuario della Pace lungo il Riobasco, presenta caratteristiche e classi di suscettività al dissesto diverse a seconda del bacino considerato:

- Sansobbia: presenta una suscettività al dissesto generalmente molto bassa dovuta alla presenza di vaste aree boscate e limitati insediamenti; le zone con propensione media sono generalmente insistenti su superficie acclivi. Una particolarità relativa a questo tratto di bacino è che lo stesso è caratterizzato dall'aggravarsi della propensione al dissesto in corrispondenza delle aste fluviali, Sansobbia, Crivezzo, Magrania, Montegrosso, lungo le cui sponde sono visibili aree a classe elevata e molto elevata di suscettività: tale condizione è evidentemente legata a fenomeni di erosione prodotti dalle acque dei torrenti e sono evidenti in particolare nelle seguenti

località: C. Le olive, Torins, Olmo, Casino, Oliva, Scheirolì, Magrania, Isola, Braia e Piscina;

- Riobasco: il bacino sotteso dal tributario più importante del Torrente Sansobbia, si presenta invece caratterizzato da una classe di suscettività media, in particolare nel versante destro, nel quale si riscontrano solo tre zonizzazioni a molto elevata propensione al dissesto: Collu, Tesserolo e Gameragna dove le aree delimitate risultano essere in corrispondenza di nastri stradali e di limitata estensione. In questo caso è fuor di dubbio che l'azione antropica ha interferito con locali zone caratterizzate da litologie con caratteristiche tecniche mediocri, locali superficie ad elevata acclività, determinando situazioni di potenziale pericolosità.

La parte bassa del bacino, infine, si presenta caratterizzata da un generalizzato grado di suscettività al dissesto basso e molto basso anche in corrispondenza della piana dell'asta principale.

3.2.3 Sintesi degli eventi alluvionali verificatosi nell'autunno 2019

Nei mesi di novembre e dicembre 2019 il passaggio di intense perturbazioni ha interessato principalmente i bacini idrografici liguri del centro-ponente, dando origine a numerosi fenomeni franosi, causando ingenti danni a edifici di civile abitazione, ma soprattutto alla viabilità, compresa la rete autostradale. Tra i Comuni interessati dai dissesti vi sono Albisola Superiore, Stella e Celle Ligure.

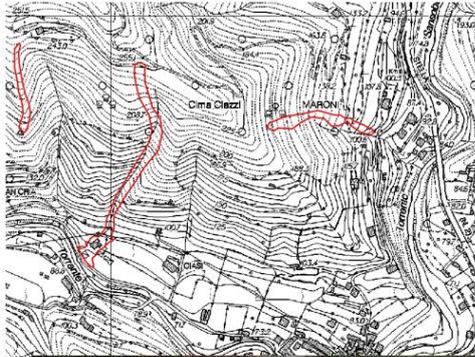
I dissesti sono stati individuati attraverso l'analisi da immagine satellitare, la rassegna stampa regionale, i siti internet locali e le segnalazioni di privati/Enti pubblici, mentre i sopralluoghi diretti sul terreno sono stati effettuati a partire dal mese di settembre 2020, vista l'impossibilità di eseguire sopralluoghi nel corso della primavera 2020 a causa del lockdown istituito a seguito dell'epidemia da COVID-19.

Nella carta della franosità reale del Piano i dissesti sono indicati come "Frane attive relative agli eventi dell'autunno 2019" a tonalità fucsia, a prescindere dalla loro tipologia, al fine di mantenere memoria storica degli eventi alluvionali; sono indicate a tonalità fucsia anche le "frane non cartografabili".

Nel dettaglio nel Comune di Albisola Superiore sono stati perimetrati 7 nuovi dissesti cartografabili alla scala di piano di bacino e senza dubbio il più significativo ha interessato la frazione di Ellera coinvolgendo anche edifici di civile abitazione.

Nel Comune di Stella sono state maggiormente colpite le frazioni di San Giovanni e San Martino, l'area nei pressi della sede comunale e loc. Gameragna.

Nel Comune di Celle Ligure gli eventi hanno interessato la loc. Sanda.



COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE (SV) - ELLERA -



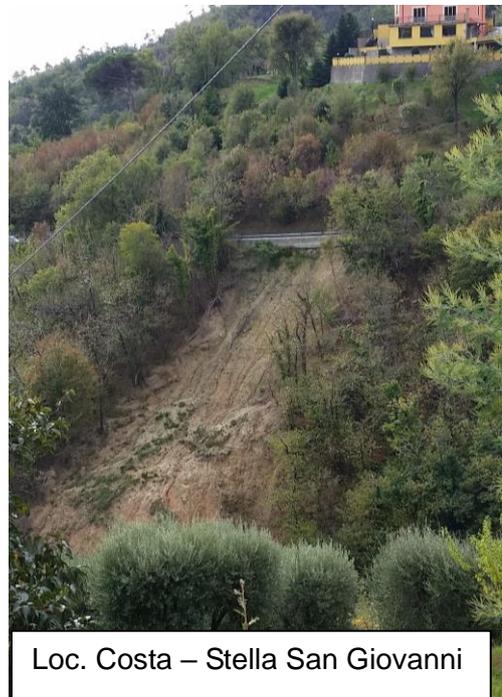
PRE EVENTO



POST EVENTO



Loc. Vetriera – Comune di Stella



Loc. Costa – Stella San Giovanni



Loc. Gageragna – Comune di Stella



Loc. Sanda – Comune di Celle Ligure



Loc. Sanda – particolare



3.3 Problematiche di tipo idraulico

Con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 31 del 14/03/2022, è stata approvata la Variante al Piano di Bacino relativa all'aggiornamento delle aree a pericolosità di inondazione sulla base del nuovo studio presentato dal Comune di Albisola Superiore (SV) alla Regione Liguria nell'anno 2020, e successivamente integrato. Tale studio, la cui documentazione è riportata nell'Allegato 1 alla presente relazione, ha interessato i seguenti tratti di corsi d'acqua:

- torrente Sansobbia – valle: tratto di lunghezza pari a circa 0.8 [km], dalla confluenza con il torrente Riobasco (indicato anche rio Basco) allo sbocco a mare;
- torrente Sansobbia – monte: tratto di lunghezza pari a circa 1.0 [km], dalla confluenza con il rio Boraxe (indicato anche rio Buraxe o Borasco) alla confluenza con il torrente Riobasco (indicato anche rio Basco);
- torrente Riobasco (indicato anche rio Basco): tratto di lunghezza pari a circa 1.6 [km], dal ponte di Via Alessandria/Via Monte Pino/Loc. Carabigi alla confluenza con il torrente Sansobbia.

Per questi tratti di corsi d'acqua, il nuovo studio ha sostituito le valutazioni effettuate prima della Variante approvata con D.S.G. n. 31 del 14/03/2022, come descritte nei successivi sottoparagrafi 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 e 3.3.4, i cui testi non sono stati modificati dalla medesima Variante. Pertanto, i successivi sottoparagrafi restano validi solo per i tratti di corsi d'acqua non interessati dal nuovo studio idraulico.

Per quanto concerne le fasce di inondabilità (3.3.3) e la fascia di riassetto fluviale (3.3.4), si precisa che con D.S.G. n. 31 del 14/03/2022 sono state modificate le relative carte.

3.3.1 Aree storicamente inondate

L'analisi delle aree già sede di eventi alluvionali nel passato riveste una particolare importanza nell'ambito di un piano stralcio per il rischio idraulico. Tali dati, infatti, evidenziano criticità già note, ed è ipotizzabile che, laddove si sia verificato un evento di inondazione, possano presentarsi problemi di capacità di smaltimento del corso d'acqua. precisa definizione delle aree storicamente inondate rappresenta quindi un elemento di riferimento fondamentale sia per la scelta dei tratti di alveo da indagare in maniera approfondita, sia per verificare i risultati della modellazione idraulica.

Il dato relativo alle aree storicamente inondate per il bacino in considerazione deriva dalla mappatura riportata nella DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01).

Le ricognizioni, effettuate hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio le aree che sono state maggiormente interessate da eventi alluvionali negli ultimi anni.

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

3.3.2 Verifiche idrauliche

3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel presente studio sono i seguenti:

| Corso d'acqua | Sezioni | Descrizione del tratto |
|-----------------|----------|--|
| T. Sansobbia | 85 - 61 | da confluenza con Rio Rossello alla località Olmo (Ellera) (settembre 2003) |
| T. Sansobbia | 61 - 28 | Da località Le Olive alla confluenza con il Rio Basco (tronco mediano – marzo 2001) |
| T. Sansobbia | 27 - 1 | Dalla confluenza con il Rio Basco alla foce (tronco terminale – gennaio 2005) |
| T. Sansobbia | 1 - 9 | località Stella (settembre 2003) |
| Rio Basco | 11.7 - 1 | Dalla confluenza col Rio Remenone (località Villa Poggi) alla confluenza con il T.Sansobbia (marzo 2001) |
| Rio Basco | 57 - 12 | Dalla confluenza col Rio delle Lunghe alla confluenza col Rio Remenone (marzo 2005) |
| Rio Basco | 65 - 58 | Tratto a monte della confluenza col Rio Delle Lunghe (loc. Monterro e loc.Vetriera) (sett 2003, aggiornato marzo 2005) |
| Rio Montegrosso | 1 - 14 | da loc. Montegrosso a confluenza T..Sansobbia (settembre 2003) |
| Rio Piantavigna | 1 - 9 | da limite aree inondate a confluenza con Rio Montegrosso (settembre 2003) |
| Rio Rossello | 1 - 7 | da confluenza con Rio Cardaina a confluenza con T.Sansobbia (settembre 2003) |
| Rio Buraxe | 18 - 1 | da loc. Luceto alla confluenza con il T. Sansobbia (marzo 2004) |

Tabella 3.3.2.1.1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Sansobbia

3.3.2.2 Metodologia di calcolo

Al fine principale dell'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua del bacino e delle aree soggette a rischio di inondazione è necessario lo svolgimento di un'indagine in merito alla dinamica dei fenomeni di piena. Il modello utilizzato integra le equazioni fondamentali che governano il moto di una corrente a pelo libero, e cioè l'equazione di continuità e l'equazione del moto che, in forma differenziale e nel caso generale di moto vario, si scrivono rispettivamente:

$$\partial Q / \partial x + \partial A / \partial t = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j - \partial(Q/gA) / \partial t$$

dove:

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Q = portata liquida | [m ³ /s] |
| A = area della sezione liquida | [m ²] |
| H = carico totale della corrente | [m] |
| j = perdite distribuite | [m/m] |
| g = accelerazione di gravità | [m/s ²] |
| x = ascissa corrente | [m] |
| t = tempo | [s] |

Nel presente caso, compatibilmente con quanto indicato nelle raccomandazioni dell'Autorità di Bacino regionale, non si è ritenuta necessaria la schematizzazione del fenomeno in moto vario, ma si è ritenuta significativa l'assunzione di moto permanente. Le equazioni di moto e di continuità si riducono quindi alla sola dipendenza dalla coordinata spaziale secondo la forma:

$$\partial Q / \partial x = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j$$

La risoluzione delle equazioni è stata condotta attraverso una schematizzazione alle differenze finite e introducendo l'equazione di Manning per la stima delle resistenze distribuite:

$$U = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot j^{\frac{1}{2}}$$

dove:

| | |
|---|-----------------------|
| U = velocità media della corrente = Q/A | [m/s] |
| R = raggio idraulico della corrente | [m] |
| n = coefficiente di Manning | [m ^{-1/3} s] |

Le perdite concentrate, nei tratti ove si verificano, sono state assunte proporzionali al carico cinetico, secondo l'espressione:

$$\Delta H = \xi \Delta(U^2/2g)$$

dove il coefficiente adimensionale ξ varia in dipendenza del tipo di perdita (restringimento, allargamento, cambio di direzione del flusso, etc.).

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, come noto, è necessario imporre, oltre al valore di portata in ingresso nella sezione di monte, una condizione di livello a valle in caso di corrente lenta, una condizione di livello a monte in caso di corrente veloce.

3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni con ipotesi di moto permanente. La schematizzazione di calcolo adottata si basa sulle seguenti assunzioni:

- Portata costante in ogni tratto considerato anche nell'eventualità di superamento dei punti estremi delle sezioni: il procedimento consiste nell'immaginare che la sezione sia limitata da argini infinitamente alti.
- Riduzione del 20% della luce libera degli attraversamenti dotati di pile in considerazione di possibili ostruzioni in caso di piene rilevanti.

Quest'ultima ipotesi è congruente con quanto indicato nelle raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale, con particolare riferimento alla raccomandazione sulle fasce di inondabilità e alla nota "Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale", al fine di tenere conto di sezioni che, interessate da opere, non possano assicurare capienza certa alla portata di massima piena.

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

- HEC RAS (Hydrologic Engineering Center- River Analysis System, della US Army Corps Engineers): il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore, essendo la definizione della spinta:

$$S = \frac{1}{2} \gamma \cdot Y \cdot A + \gamma \cdot \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

dove:

γ = peso specifico dell'acqua
Y = profondità

Il programma di calcolo richiede l'inserimento di alcune sezioni aggiuntive in corrispondenza di opere in alveo (ponti, passerelle e tombinature), nonché altre sezioni (indicate con il simbolo "**") ottenute per interpolazione dalle sezioni rilevate qualora il loro passo spaziale risultasse troppo elevato ai fini dell'accuratezza del calcolo.

- MIKE 11 (del DHI Water & Environment): il modello idrodinamico simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell'“onda cinematica”, dell'“onda diffusiva” e dell'“onda dinamica” e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenti). La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). Nel caso di **moto permanente**, le equazioni complete del moto vengono risolte con condizioni al contorno invariabili nel tempo.

- Parametri di scabrezza

I valori di riferimento del parametro di scabrezza K_s proposti dalla Regione Liguria sono riportati in Normativa di Piano.

| Corso d'acqua | Sezioni | Descrizione del tratto | Coefficiente di scabrezza K_s [$m^{1/3}s$] | Programma di modellazione idraulica utilizzato |
|-----------------|----------|---|--|--|
| T. Sansobbia | 85 - 61 | da confluenza con Rio Rossello alla località Olmo (settembre 2003) | 25 | MIKE 11 |
| | 61 - 28 | Da località Le Olive alla confluenza con il Rio Basco (tronco mediano – marzo 2001) | 30 | HEC RAS |
| | 27 - 1 | Dalla confluenza con il Rio Basco alla foce (tronco terminale – marzo 2001 – revisione 2004) | 30 | HEC RAS |
| | 1 - 9 | località Stella (settembre 2003) | 25 | MIKE 11 |
| Rio Basco | 11.7 - 1 | Dalla confluenza col Rio Remenone (località Villa Poggi) alla confluenza con il T.Sansobbia (marzo 2001) | 30 | HEC RAS |
| | 57 - 12 | Dalla confluenza col Rio delle Lunghe alla confluenza col Rio Remenone (marzo 2005) | 30 | HEC RAS |
| | 65 - 58 | Tratto a monte della confluenza col Rio Delle Lunghe (loc. Monterro e loc. Vetriera) (sett 2003, aggiornato marzo 2005) | 30 | HEC RAS |
| Rio Montegrosso | 1 - 14 | a monte del T.Sansobbia (settembre 2003) | 25 | MIKE 11 |
| | | a monte del T.Piantavigna (settembre 2003) | 20 | |
| Rio Piantavigna | 1 - 9 | da limite aree inondate a confluenza con Rio Montegrosso (settembre 2003) | 20 | MIKE 11 |
| Rio Rossello | 1 - 7 | da confluenza con Rio Cardaina a confluenza con T.Sansobbia (settembre 2003) | 20 | MIKE 11 |
| Rio Buraxe | 18 - 1 | da loc. Luceto alla confluenza con il T. Sansobbia (marzo 2004) | 35 | HEC RAS |

Tabella 3.3.2.3.1: tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Sansobbia con i rispettivi parametri di scabrezza assegnati e i programmi di modellazione utilizzati

- Condizioni al contorno:

La verifica idraulica è stata condotta assumendo le seguenti condizioni al contorno:

Torrente Sansobbia:

- T.Sansobbia (tronco mediano – tronco terminale):

Condizione di monte: è stata posta pari all'altezza critica;

Condizione di valle: è stata posta pari all'altezza critica.

- T.Sansobbia a Ellera, da confluenza con Rio Rossello alla località Olmo:

Condizione di monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

Condizione di valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno desunto dallo studio idraulico del piano di bacino approvato con D.C.P. 43 del 28/10/2003 in corrispondenza della sezione numero 61.

- T.Sansobbia a Stella:

Condizione di monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

Condizione di valle: scala di deflusso in moto uniforme in corrispondenza dell'ultima sezione di rilievo;

Rio Basco:

- Rio Basco confluenza (Tratto dalla confluenza T. Sansobbia sez.1 alla confluenza col Rio Remenone sez 11.7):

Condizione di monte: è stata posta pari all'altezza critica.

Condizione di valle: è stata modellata la confluenza con il T.Sansobbia inserendo una junction

- Rio Basco medio-monte (da loc. Monterro a monte sez. 65 alla confluenza col Rio Remenone sez. 11.7):

Le sezioni del Rio Basco rilevate topograficamente al fine dell'analisi idraulica sono state inserite tra i due tratti del Torrente già indagati nel Piano di Bacino del T. Sansobbia approvato con D.C.P. n. 47/03. Si è quindi provveduto ad effettuare un'unica modellazione idraulica dalla sez. n. 65 a monte (loc. Monterro) alla confluenza col Rio Remenone (sez. 11.7).

Condizione di monte: è stata utilizzata la profondità critica.

Condizione di valle: a valle si è tenuto conto del tirante idrico della sezione 11.3 di valle e relativa allo studio idraulico approvato con D.C.P. n. 47/03, del tratto compreso tra il Santuario della Pace e la confluenza col T. Sansobbia; sono stati imposti i valori del tirante idrico e non del livello idrico, in quanto si sono riscontrate differenze di quota (1 m) in corrispondenza delle sezioni di raccordo dei due studi.

Rio Montegrosso da loc. Montegrosso a confluenza T.Sansobbia:

Condizione di monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

Condizione di valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno risultante alla confluenza con il tratto del T.Sansobbia da confluenza con Rio Rossello alla località Olmo, in particolare sua sezione 16.

Rio Piantavigna da limite aree inondate a confluenza con Rio Montegrosso:

Condizione di monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

Condizione di valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno risultante alla confluenza con il Rio Montegrosso in particolare sua sezione numero 7.

Rio Rossello da confluenza con Rio Cardaina a confluenza con T.Sansobbia:

Condizione di monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;

Condizione di valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno risultante alla confluenza con il T.Sansobbia (Vd.Criticità 18_3), cautelativamente in corrispondenza della sezione 10.

Rio Buraxe da loc. Luceto alla confluenza con il T. Sansobbia:

Condizione di monte: è stata assunta la profondità critica;

Condizione di valle: è stata posta pari al livello del pelo libero con corrispondente tempo di ritorno, desunto dallo studio idraulico del T.Sansobbia in prossimità della sezione di confluenza;

3.3.2.4 Profili di moto permanente

Da tali elaborazioni si possono desumere alcune brevi considerazioni qui di seguito riportate:

- *Torrente Sansobbia*

- Per eventi associati a tempi di ritorno pari a 200 anni si rileva insufficienza arginale in sponda destra in prossimità della sez.46, posta a circa 800 m a monte del ponte "Bertone", all'altezza della frazione Luceto.
- Risulta insufficiente l'argine in sinistra tra le sezz. 29 e 30 (a monte del viadotto autostradale) sempre per portate duecentennali, per una lunghezza di circa 100 m che determina allagamento della strada che costeggia il Torrente per tutto l'ultimo tratto, fino all'Aurelia. Per un breve tratto (sezz. 30.7-33) risulta insufficiente anche per le portate 50-li.
- L'argine sinistro in prossimità del ponte della S.S. Aurelia risulta idoneo al contenimento della piena con $T = 200$ anni con limitato franco di sicurezza in corrispondenza di brevi tratti arginali.
- A valle del rilevato ferroviario, una stretta fascia perfluviale in sponda destra ricompresa tra il T. Sansobbia e la strada, risulta allagabile per $T=50$ anni.

- La portata con tempo di ritorno associato pari a 500 anni non trova completo recapito in alveo in prossimità della sez.48, posta a monte della confluenza del Rio Carpineto: risulta non idoneo l'argine sinistro.
- Gli argini segnalati come insufficienti (cioè senza adeguato franco idraulico) per eventi già duecentennali risultano, dalla modellazione effettuata, sormontabili per $T = 500$ anni.

In particolare, eventi con tempo di ritorno cinquecentennale provocherebbero il sormonto degli argini tra il viadotto autostradale ed il ponte della S.S. Aurelia.

A monte dell'immissione del Rio Grana si segnala, in sponda destra, la presenza di un distributore di metano privo di protezione arginale significativa.

A valle dell'immissione del Rio Grana, la presenza di un cancello provoca una discontinuità arginale in prossimità del campo sportivo "Grana".

In sponda sinistra, non vi sono argini significativi: l'argine naturale si trova alla stessa altezza dei campi adiacenti.

- *Rio Basco*

- Per eventi associati a tempi di ritorno pari a 50 anni risultano sormontabili entrambi gli argini tra le sezz. 11 e 9, ove il ponte è sormontato dall'onda di piena.
- Il tratto arginale subito a monte del ponte di Via Carabigi (sez.8.5) risulta sormontabile a causa del rigurgito dovuto alla strozzatura causata dal ponte in esame, così come risultano sommersi anche le difese arginali fino alla sez. 6.9.
- Un'ulteriore criticità è riscontrata nel tratto a monte del ponte di sez. 6.3, ove il rigurgito causato dal suddetto ponte (tra l'altro ampiamente sormontato) provoca fuoriuscita della piena da entrambi gli argini.
- Dalla modellazione risulta che la portata associata ad eventi cinquantennali non trova più completo recapito in alveo dal ponte di sez. 6.3 fino a circa 600 m più a valle, in corrispondenza della sez. 2.1.

Portate associate a tempi di ritorno di 200 e 500 anni provocherebbero sormonto arginale praticamente per tutto il tratto incluso nella modellazione e sormonto dei ponti dell'asta in esame.

- *Rio Buraxe*

Al defluire della portata 50-le il profilo è tendenzialmente di tipo veloce, anche se l'alveo tende alle caratteristiche critiche, determinando passaggi in corrente lenta in presenza di perturbazioni anche poco significative. Il profilo tende quindi ad instabilizzarsi, in particolare in prossimità degli attraversamenti presenti e che non risultano idonei al deflusso della sopra citata portata: . Per quanto riguarda le portate 200-li e 500-li, invece, la corrente si mantiene prevalentemente di tipo lento e si riscontra una generale insufficienza delle sezioni d'alveo che determinano esondazioni su tutto il tratto.

Per ulteriori dettagli a proposito delle criticità idrauliche si invita il lettore alla visione dell'Allegato "Verifiche idrauliche" contenente profili di rigurgito in moto permanente per i diversi periodi di ritorno e le sezioni trasversali utilizzate per le elaborazioni.

3.3.2.5 *Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo*

Le principali problematiche emerse dalle indagini condotte sono dovute, da una parte, alle caratteristiche morfologiche intrinseche del territorio, che è caratterizzato da zone altimetricamente depresse cui afferiscono rilevanti bacini scolanti, dall'altra dallo sviluppo delle attività antropiche, che in esso si sono incrementate nel tempo.

Al fine di individuare eventuali criticità localizzate e di determinare se siano causa di condizioni di rischio, è stata esaminata in dettaglio la capacità di smaltimento delle opere in alveo, determinandone la portata massima transitante senza esondazioni.

Nella tabella seguente vengono riportati per le opere edificate in alveo (attraversamenti con e senza pile in alveo, tombinature), indicate con il numero della sezione, il minor tempo di ritorno per cui l'opera non risulta verificata. Si è considerata l'opera non verificata se il franco è risultato inferiore a 50 cm.

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|--|------------------|
| T. Sansobbia | 58.5 | Ponte "Pastorino" con 3 pile in alveo | T > 500 anni |
| | 38.5 | Ponte con 4 pile in alveo | T > 500 anni |
| | 30.5 | Ponte viadotto A10 Ge-XXMiglia con due pile in alveo | T > 500 anni |
| | 25.5 | Ponte viadotto FS con due pile in alveo | T > 500 anni |
| | 4.5 | Ponte S.S. Aurelia, con due pile in alveo | T < 200 anni |
| | 2.5 | Ponte ex FS, con due pile in alveo | T < 200 anni |

Tabella 3.3.2.5.1: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T. Sansobbia (tronco mediano – tronco terminale)

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| T. Sansobbia | 83 | Ponte con due pile in alveo | T < 500 |
| | 81 | Ponte ad arco | T > 500 |
| | 77 | Ponte a doppio arco | T < 50 |
| | 67 | Attraversamento | T < 50 |
| | 63 | Ponte con pila in alveo | T < 500 |

Tabella 3.3.2.5.2: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T.Sansobbia a Ellera da confluenza con Rio Rossello alla località Olmo

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|---------------------------------|------------------|
| T. Sansobbia | 3 | Ponte con due pile in alveo | T < 500 |
| | 4 | Ponte con quattro pile in alveo | T > 500 |

Tabella 3.3.2.5.3: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T.Sansobbia a Stella

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|---|------------------|
| Rio Basco | 47.5 | Passerella in legno con due pile | T < 50 |
| | 27.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 200 |
| | 24.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 200 |
| | 21.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 200 |
| | 18.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 200 |
| | 12.5 | Passerella senza pile in alveo | T < 200 |
| | 11.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 50 anni |
| | 10.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 50 anni |
| | 8.5 | Ponte Carabigi, con due pile in alveo | T < 50 anni |
| | 6.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 50 anni |
| | 4.5 | Ponte senza pile in alveo | T < 50 anni |
| | 3.5 | Ponte ad arco | T > 500 anni |
| | 1.5 | Ponte viadotto A10, con due pile in alveo | T > 500 anni |

Tabella 3.3.2.5.4: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Basco

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| Rio Rossello | 6 | Ponte con due pile in alveo | T > 500 |

Tabella 3.3.2.5.5: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Rossello da confluenza con Rio Cardaina a confluenza con T.Sansobbia

| Corso d'acqua | N.° Sezione | Tipologia dell'opera | Tempo di ritorno |
|---------------|-------------|-----------------------------------|------------------|
| Rio Buraxe | 14.5 | passerella | T < 50 |
| | 8.5 | passerella cls | T < 50 |
| | 3.5 | ponte S.P. Albisola Ellera Stella | T < 50 |

Tabella 3.3.2.5.6: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Buraxe da loc. Luceto alla confluenza con il T. Sansobbia

3.3.3 Fasce di inondabilità

Per il Torrente Sansobbia si è considerato il suo stato attuale riferito all'aprile 2000, ossia quello successivo agli interventi di risagomatura e messa in sicurezza del suo tratto terminale a seguito dell'alluvione del Settembre 1992.

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate per le portate prescelte si individuano le aree perfluviali inondabili in caso di eventi di piena. Tale determinazione può essere effettuata con diverse metodologie a diverso grado di approssimazione e complessità.

Nel presente piano, il tracciamento delle linee che delimitano le aree inondabili con i diversi periodi di ritorno, è stato svolto a partire da:

- una valutazione dei tratti e delle sezioni in cui il pelo libero ha quota superiore alla quota delle sponde come da profilo di rigurgito, determinato tramite le precedenti verifiche idrauliche. Le verifiche condotte con il software utilizzato permettono di visualizzare oltre al livello di pelo libero, anche le linee indicative della sponda destra e sinistra, pertanto è possibile distinguere l'eventuale esondazione nelle due sponde. E' utile ribadire che, data la necessaria schematizzazione nel tracciamento dei limiti di sponda, nel definire le fasce si è tenuto in debito conto di quanto rilevato in occasione dei sopralluoghi effettuati in sito. La determinazione delle aree inondabili, cioè le superfici che vengono sommerse dal relativo ipotetico evento di piena, è stata condotta essenzialmente sulla base dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, suggeriti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Regione Liguria al punto 3 della Raccomandazione n°1 "Metodologia per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione" (1995). Si è inoltre proceduto all'individuazione dei tratti critici del corso d'acqua (quali ponti, tombinature, coperture, ecc.) e alla loro verifica con i dovuti franchi di sicurezza;
- qualora gli argini non fossero continui perché danneggiati, o perché costituiti da edifici inframmezzati da varchi, si è considerato il defluire delle acque attraverso di essi e di conseguenza l'inondabilità delle aree limitrofe;
- una analisi di verifica in campagna in modo tale da verificare la congruenza delle fasce tracciate con la morfologia dei luoghi (operazione importante per il controllo di particolari situazioni puntuali).

In generale i metodi per la valutazione effettiva delle aree inondabili sono suddivisi secondo tre diverse famiglie, che rispondono a tre differenti filosofie di approccio al problema e partono da ipotesi di lavoro differenti.

I tre modelli, topologico, curve di livello ed idrogramma di piena, sono già stati analizzati e di ognuno sono stati evidenziati i limiti e le capacità di interpretazione dei fenomeni, nonché le difficoltà di calcolo e di modellazione incontrate, all'interno dello studio CIMA. Dal momento che i tre metodi sono complementari, una loro combinazione fornisce i migliori risultati, consentendo di superare i limiti intrinseci di ciascuno di essi.

Sulla base della metodologia qui adottata, ovvero la combinazione dei suddetti tre metodi, che consente una valutazione senz'altro maggiormente attendibile, sono state individuate le aree inondabili per le portate al colmo di piena relative ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. Sulla base di tale determinazione, secondo i criteri dell'Autorità di bacino regionale, è stata prodotta la Carta delle Fasce di Inondabilità, con la determinazione delle tre fasce:

- Fascia A, aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=50$ anni.
- Fascia B, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=200$ anni.
- Fascia C, aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T= 500$ anni o, se più estese, aree storicamente inondate.

I tratti d'asta indagati sono evidenziati negli ALLEGATI "VERIFICHE IDRAULICHE". Dalla carta delle fasce si evincono analogamente i tratti indagati in accordo con i profili delle condizioni di moto permanente allegate.

Le zone ricadenti in aree storicamente inondate ed esterne alla fascia C dedotta dal modello di individuazione delle aree inondabili, derivate dalla mappatura allegata alla DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01), si dovrà applicare il regime vincolistico relativo alla fascia C.

Successivi studi potranno in seguito analizzare eventuali fenomeni di allagamento dovuti non ad inondazioni fluviali ma a fenomeni la cui dinamica oggi non rientra nelle specifiche di questo studio.

A fini di applicazione normativa, inoltre, le aree inondate approvate con DGR 59/2015, laddove più esterne alle vigenti aree di fascia A e non siano state adeguatamente approfondite sulla base di studi idraulici aggiornati, sono state classificate come "*aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche*", con normativa associata di tipo A* (cfr art. 12, c.2, lett a1, punto 4) delle NdA). Resta fermo che, sulla base di ulteriori studi ed approfondimenti, circa le cause e gli effetti delle inondazioni avvenute, possano essere apportati eventuali ulteriori aggiornamenti degli scenari di inondabilità in termini di tempo di ritorno.

3.3.4 Fascia di riassetto fluviale

La fascia di riassetto fluviale comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal presente Piano.

Sulla base dell'esame degli interventi individuati nel presente Piano, nel bacino Sansobbia è stata prevista una fascia di riassetto che interessa il territorio destinato alla realizzazione del canale scolmatore del Rio Basco.

Ulteriori perimetrazioni o modifiche potranno essere previste in fasi successive sulla base di approfondimenti in sede di aggiornamento di Piano o in fase progettuale.

3.4 Principali criticità del bacino

Con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 31 del 14/03/2022, è stata approvata la Variante al Piano di Bacino relativa all'aggiornamento delle aree a pericolosità di inondazione sulla base del nuovo studio presentato dal Comune di Albisola Superiore (SV) alla Regione Liguria nell'anno 2020, e successivamente integrato. Tale studio, la cui documentazione è riportata nell'Allegato 1 alla presente relazione, ha interessato i tratti di corsi d'acqua indicati al paragrafo 3.3.

Per questi tratti di corsi d'acqua, il nuovo studio ha sostituito le valutazioni effettuate prima della Variante approvata con D.S.G. n. 31 del 14/03/2022, come descritte in questo paragrafo nei capoversi successivi, i cui testi non sono stati modificati dalla medesima Variante. Pertanto, i successivi capoversi restano validi solo per i tratti di corsi d'acqua non interessati dal nuovo studio idraulico.

L'analisi della pericolosità presente nel bacino porta in primo luogo a riconoscere eventuali caratteri comuni all'interno delle criticità.

Per la valutazione delle aree inondabili associate alle portate di piena con tempi di ritorno $T=50$, $T=200$ e $T=500$ anni, sono stati stimati, a partire dai rispettivi profili di rigurgito, i volumi d'acqua che non trovano più recapito in alveo, e che quindi vanno ad inondare le zone circostanti ai punti di fuoriuscita dell'acqua. La propagazione dell'inondazione è stata quindi effettuata considerando l'orografia del terreno circostante (metodo topologico) cercando di rispettare comunque l'equazione di continuità sui volumi.

- *Torrente Sansobbia – tratto mediano*

Nel tratto in esame, le sezioni critiche, all'altezza delle quali all'aumentare della portata possono avvenire fenomeni di sormonto, sono:

- In prossimità della sez.46, a monte della confluenza con il Rio Carpineto: l'inondazione andrebbe ad interessare alcuni abitati e la strada in sponda sinistra per un tratto di circa 350 m.
- Sezz. 29-32 (a monte del viadotto autostradale) : l'inondazione anche per portate 50-li interesserebbe la strada in sponda sinistra e la zona subito a valle del campo sportivo in destra.

- *Torrente Sansobbia – tratto focivo*

Il tratto focivo, inteso come zona compresa tra il viadotto autostradale e foce a mare, viene messo in crisi da portate cinquecentennali. La strada che costeggia il T. Sansobbia in sponda sinistra risulta allagata dalle acque di esondazione della portata 200-le provenienti da monte. Il tessuto urbano della parte "a mare" verrebbe interessato sia dall'esondazione relativa al Torrente Sansobbia che dalle acque fuoriuscite dal Rio Basco. La criticità peggiore si avrebbe in caso di contemporaneità di eventi estremi sulle due aste, nel qual caso l'esondazione potrebbe propagarsi fino alla zona a levante dell'incrocio tra Corso Ferraris e Viale Mazzini.

- *T. Sansobbia loc. Olmo (Ellera)*

La sez. 82 è insufficiente per la portata cinquecentennale, con possibili allagamenti localizzati a ridosso delle strutture presenti. L'attraversamento di Ellera non è adeguato sia in luce sia in quota determinando l'innalzamento dei livelli a monte ed il sormonto dello stesso. Tale situazione determina l'allagamento di parte del centro di Ellera, fino alla confluenza con il Rio Montegrosso, poco a monte del salto di fondo (sez.75). Il tratto del T.Sansobbia compreso tra le

sezz. 68 - 77 risulta privo di strutture arginali. L'alveo è regimato da scarpate a pendenza variabile che delimitano aree adibite a coltivazione oltre a qualche struttura. Sono possibili allagamenti localizzati con scarso livello di rischio per le strutture presenti. L'attraversamento di sez. 67 non risulta adeguato causando allagamenti localizzati. La strada e l'area coltivata in prossimità delle sezz. 61-62 a valle risultano allagabili per un evento duecentennale.

- *T. Sansobbia loc. Stella*

In prossimità della sez. 2, la protezione in sponda sinistra non è adeguata a contenere i livelli di piena duecentennale, determinando l'allagamento dell'area limitrofa. Il ponte all'altezza della sez. 3 non è adeguato in altezza rispetto ai livelli di piena con T=500 anni, con possibili allagamenti localizzati. All'altezza della sez.6, le strutture di arginatura laterali non sono adeguate a contenere i livelli di piena duecentennale causando allagamenti localizzati. L'attraversamento di sez. 6 bis non condiziona il deflusso della corrente ma sono possibili esondazioni su ambo le sponde a causa dell'insufficienza delle strutture di contenimento.

- *Rio Basco-confluenza: dalla confluenza col Rio Remenone (sez 11.7) alla confluenza con il T.Sansobbia:*

Nel tratto in esame, le sezioni critiche, all'altezza delle quali all'aumentare della portata possono avvenire fenomeni di sormonto, sono:

- Il ponte posto in sez. 10: il rigurgito da esso provocato causa l'esondazione in sponda sinistra della strada per il Sassello.
- Il tratto in prossimità della sez.8.5: eventi cinquantennali possono provocare l'inondazione della strada in sponda destra, mentre eventi duecentennali anche della zona in sponda sinistra.
- Eventi cinquantennali provocherebbero esondazioni sulla strada per il Sassello e le aree prospicienti l'alveo dalla zona dei Carabigi in poi verso valle, fino alla confluenza con il Torrente Sansobbia.

L'area interessata dalle acque esondate sarebbe, in sponda sinistra, il tessuto urbano di Albisola Superiore fino all'impianto sportivo "Rovere". Per eventi con tempo di ritorno associato maggiore, le aree interessate si differenzerebbero più per tiranti esondanti che per estensione, almeno fino a monte del viadotto autostradale. Da qui in poi infatti, portate duecentennali andrebbero a scorrere lungo Viale Mazzini e vie parallele andando ad interessare la zona a mare densamente urbanizzata.

La Fascia A interessa maggiormente la sponda sinistra nel tratto terminale, in quanto queste aree sono, seppure in modo lieve, altimetricamente depresse rispetto a quelle in sponda destra, fungendo quindi da bacino di raccolta delle acque esondate a monte. La strada provinciale dei Giovi per il Sassello, collettore principale delle acque esondate a monte in sponda destra, in prossimità della confluenza tra Rio Basco e Torrente Sansobbia (circa 500 m a monte) devia, rispetto al corso del rio, verso sinistra, convogliando quindi la maggior parte dell'acqua di scorrimento nella zona in sponda sinistra.

- *Rio Basco da loc. Monterro a monte (sez 65) alla confluenza col Rio Remenone (sez. 11.7):*

Il tratto indagato risulta essere interessato da eventi esondativi circoscritti in corrispondenza degli attraversamenti e dei guadi, sia per portate cinquantennali che duecentennali;

L'attraversamento il loc.Cantarena (sezz 59-60) risulta insufficiente al deflusso della portata cinquantennale e si determina esondazione sulla strada Provinciale della portata duecentennale e cinquecentennale.

All'altezza delle sezz. 54-51 l'arginatura in sinistra non risulta adeguata rispetto all'evento duecentennale e cinquecentennale.

La passerella precaria in legno presente alla sezione 47.5 risulta essere insufficiente alla portata cinquantennale.

I ponti sulla Strada Provinciale alle sezioni 52.5, 27.5, 24.5, 21.5 e 18.5 sono insufficienti alla portata duecentennale, determinando pertanto possibili modeste esondazioni localizzate.

Il tratto a monte della passerella carrabile in sez 12.5 è interessato da una minima esondazione cinquantennale in sponda sinistra localizzata in corrispondenza della sez 15.

- *Rio Montegrosso*

In corrispondenza della sez.10 la strada scende notevolmente risultando allagabile per un tratto di circa 150 metri. Il tratto di valle, in prossimità delle sezz. 12 – 14, risulta critico data la presenza di diverse strutture edificate dirimpetto all'alveo. I livelli risultano fortemente condizionati da quelli del T.Sansobbia a valle.

- *Rio Piantavigna*

L'intero tratto si presenta fortemente incassato e lontano dalle strutture presenti. Dall'esame dei risultati dell'analisi idraulica non emergono situazioni di significativa criticità.

- *Rio Rossello*

L'intero tratto si presenta fortemente incassato e lontano dalle strutture presenti. Dall'esame dei risultati dell'analisi idraulica non emergono situazioni di significativa criticità.

- *Rio Buraxe*

Le principali criticità al defluire della portata 50-le sono rappresentate dall'insufficienza degli attraversamenti presenti (sezz. 3.5, 8.5, 14.5) che determinano esondazioni nelle aree limitrofe al corso d'acqua: per tale portata, infatti, la sezione di deflusso risulta essere adeguata su quasi tutto il tratto anche se non con il dovuto franco di sicurezza previsto da normativa. Per quanto riguarda le portate 200-li e 500-li si riscontra, oltre alla presenza dei soracitati attraversamenti, una generale insufficienza delle sezioni d'alveo che determinano esondazioni su tutto il tratto.

3.5 Considerazioni sul trasporto solido

3.5.1 Premessa

Il trasporto solido è un fenomeno che gioca un ruolo importante nella dinamica dell'alveo dei corsi d'acqua, in grado di causare o peggiorare situazioni di rischio idrogeologico in un bacino. L'analisi della dinamica del trasporto solido può assumere quindi una particolare rilevanza per quanto riguarda sia la determinazione delle criticità e della pericolosità sia l'individuazione, la programmazione e la progettazione degli interventi di sistemazione.

Le modalità con le quali il trasporto di sedimenti può interagire con il deflusso di una corrente sono varie. La valutazione dei livelli idrici attesi in un evento di piena, ad esempio, viene comunemente effettuata trascurando il fenomeno del trasporto di sedimenti da parte della corrente e quindi attraverso una modellazione idraulica a fondo fisso che può, tuttavia, fornire risultati anche significativamente sottostimati rispetto ad una soluzione a fondo mobile (fondo che, viceversa, si modifica in funzione del materiale trasportato dalla corrente), molto più onerosa dal punto di vista della modellistica ma certamente più rappresentativa della realtà. Durante l'evento di piena, infatti, possono realizzarsi depositi localizzati che producono forti innalzamenti del livello della corrente. Durante la fase discendente della piena tali depositi possono venire rimossi ma i livelli raggiunti al colmo della piena sono comunque superiori a quelli prevedibili da una modellazione a fondo fisso.

La dinamica del trasporto solido può inoltre avere influenza anche nella determinazione degli interventi di sistemazione: opere in grado di migliorare idraulicamente le caratteristiche locali del deflusso, possono addirittura rivelarsi dannose se vengono tenuti in conto gli effetti del trasporto solido. Un intervento di allargamento di sezione localizzato, ad esempio, produce in caso di corrente lenta una diminuzione della profondità, ma anche un rallentamento della corrente stessa che, non essendo più in grado di trasportare la stessa quantità di sedimenti, provoca la formazione di un deposito che può risultare di entità tale da produrre addirittura livelli idrici più elevati rispetto alla situazione precedente. In questi casi è evidente che il corretto intervento sistematorio dovrebbe consistere quindi in una regolarizzazione della larghezza, piuttosto che in un allargamento localizzato.

La realizzazione di briglie o l'analisi dell'effetto di briglie già esistenti sul corso d'acqua è un altro esempio in cui può essere determinante la considerazione dei fenomeni di trasporto solido, al fine di valutare la possibile evoluzione del fondo e la portata solida che può essere trasportata alla foce e, in particolare, sulle spiagge.

La valutazione del trasporto solido, infine, assume importanza in tutti quei casi in cui la stabilità di opere in alveo possa essere alterata da fenomeni di scalzamento; si pensi ad esempio ai problemi di scalzamento delle pile di ponti o del piede di opere di arginatura provocato dalla capacità erosiva della corrente o anche di stabilità di versanti che, sottoposti al piede all'azione erosiva delle acque, possono causare smottamenti localizzati.

Il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. A questo proposito, è utile sottolineare la sostanziale generale mancanza di dati di campagna sul trasporto solido; la necessità di una sua quantificazione fa emergere pertanto l'opportunità di realizzare stazioni di monitoraggio su alcuni bacini considerati maggiormente significativi per il territorio ligure, in modo da poter applicare i dati ricavati anche su bacini contigui e/o litologicamente simili.

La modellazione idraulica a fondo mobile è attualmente ancora piuttosto onerosa, soprattutto riguardo alla schematizzazione matematico-numerica, e non facilmente applicabile a casi generali, soprattutto nell'ambito della pianificazione di bacino. La modellazione richiede, in particolare, rilievi topografici e sedimentologici lungo il corso d'acqua che consentano di simulare con sufficiente accuratezza la dinamica dei sedimenti. Informazioni sull'evoluzione storica del profilo longitudinale del fondo del corso d'acqua risultano inoltre di grande utilità sia per la comprensione della tendenza evolutiva dell'alveo sia per la verifica dei modelli matematici di trasporto.

Considerata la rilevanza dell'effetto indotto da interventi in alveo sul trasporto solido (quali gli allargamenti localizzati, restringimenti determinati dalle pile di un ponte, scavo in curva, ecc) che non vengono normalmente tenuti in conto nella usuale modellazione idraulica, la progettazione di opere idrauliche dovrà prevedere consoni franchi.

4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

Il concetto di rischio inteso come rischio totale è basato sulla combinazione di più fattori di natura tecnica (nel caso specifico idraulica e idrogeologica), ma anche socio-economica, tramite la nota espressione formale del rischio:

$$R = P \times E \times V,$$

dove:

P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

L'individuazione delle aree a rischio idrogeologico, costituito dal rischio idraulico e dal rischio geomorfologico, che porta alla redazione della carta del rischio idrogeologico, è una elaborazione prevista nella pianificazione di bacino stralcio dell'Autorità di bacino regionale già in atto, ma anche esplicitamente richiesta dall'*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98*, pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

La carta del rischio idrogeologico fa quindi parte degli elaborati necessari dei piani stralcio per il rischio idrogeologico e prevede la definizione di alcune classi di rischio attraverso l'incrocio delle classi di pericolosità (in questo caso rappresentate, come già visto, dalle carte delle fasce di inondabilità e suscettività al dissesto di versante) con gli elementi a rischio derivanti dalla carta di uso del suolo.

Lo scopo è essenzialmente quello di individuare aree più a rischio di altre, anche a parità di pericolosità, in dipendenza degli elementi che vi si trovano. Tramite la gradazione del rischio R si individuano infatti le zone in cui ad elevate criticità idrogeologiche è associata una maggiore presenza umana e, di conseguenza, si determinano le zone da difendere prioritariamente.

La carta del rischio idrogeologico, quindi, fornisce un quadro della situazione attuale del rischio nel bacino, utile in termini assoluti per valutare la criticità del bacino stesso, anche in relazione ad altri bacini. Essa rappresenta inoltre un importante strumento, anche se non il solo, per determinare con un criterio oggettivo le misure più urgenti di prevenzione e la priorità degli interventi di mitigazione (strutturali ma anche non strutturali).

Nella fase della pianificazione degli interventi si dovranno comunque valutare anche considerazioni di carattere più ampio della sola sovrapposizione delle carte di pericolosità con la carta degli elementi a rischio. Benché infatti la carta del rischio individui le aree con un maggiore carico insediativo o valore economico che ricadono in classi di alta pericolosità, non è detto che le criticità del bacino si limitino a quelle a più alto rischio evidenziate nella carta, né che la soluzione dello specifico problema debba vedersi esclusivamente come un intervento localizzato.

Nei termini più ampi di gestione integrata del territorio si devono prevedere interventi che, oltre ad essere finalizzati alla mitigazione del rischio esistente, mirino comunque al riequilibrio del bacino nella sua unitarietà, così come previsto nelle dichiarazioni fondative della L. 183/89.

Si noti, infine, che la carta del rischio non sostituisce le mappature del rischio dei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata

elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree. A titolo di esempio, nel caso in esame, lungo l'asta principale si trovano varie abitazioni e viabilità prospicienti l'alveo (come già segnalato anche nel capitolo relativo alle criticità del bacino): i piani di protezione civile dovranno stabilire nel dettaglio e mettere in atto tutti gli accorgimenti (informazione, sistemi di allerta, piani di evacuazione, ecc.) per la salvaguardia dei residenti.

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

Il rischio idrogeologico, che ai sensi del D.L. 180/98 è costituito da rischio idraulico e rischio geomorfologico, è stato determinato tramite l'approccio sopra descritto. Il metodo è stato applicato (così come suggerito anche dall'atto di indirizzo relativo al citato D.L.) in modo più qualitativo che quantitativo. Non è stato cioè individuato il valore degli elementi a rischio in termini quantitativi né la specifica vulnerabilità dei singoli elementi, ma si è fornita una valutazione più globale e qualitativa che consente di individuare i fattori essenziali attraverso una procedura semplificata e che permette una sua gradazione in classi.

In particolare, si ricorda che si è assunto che la pericolosità P sia rappresentata dalle carte delle fasce di inondabilità e di suscettività al dissesto.

Si è inoltre assunta uniforme, e quindi pari a 1, la vulnerabilità degli elementi a rischio, volendo dare un maggior peso alle caratteristiche degli elementi a rischio rispetto alla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, dato di difficile valutazione allo stato di conoscenza attuale nell'ambito del presente piano, anche per ragioni di scala dell'analisi.

La definizione degli elementi a rischio, secondo quanto indicato nella raccomandazione n. 4 dell'Autorità di bacino Regionale si basa sull'analisi della carta di uso del suolo e sull'individuazione delle seguenti quattro classi:

E_0 : aree disabitate o improduttive

E_1 : edifici isolati, zone agricole

E_2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori

E_3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio si determinano attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di pericolosità (idraulica e geomorfologica) con le classi degli elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del suolo.

Da tale intersezione, si ottengono le seguenti quattro classi di rischio:

R_1 : rischio moderato

R_2 : rischio medio

R_3 : rischio elevato

R_4 : rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R_0 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.

La carta del rischio idrogeologico che viene redatta rappresenta quindi le cinque classi di rischio sopra individuate e ha come finalità principale l'evidenziazione delle situazioni di maggiore criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Per la determinazione del rischio si sono adottate due matrici di rischio differenti per la parte idraulica e geomorfologica, in quanto il concetto di pericolosità P che si adotta nei due casi può assumere un significato fisico diverso.

4.2.1 Elementi a rischio

La carta degli elementi a rischio è stata redatta sulla base della carta dell'uso del suolo attraverso la seguente classificazione:

| Classe Elementi a rischio | Sigle uso del suolo | Specifiche |
|---------------------------|---|---|
| E0 | 2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3 | Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente |
| E1 | 1.3.1 - 1.4.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1 | Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge |
| E2 | 1.1.2 | Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo) |
| E3 | 1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2 | Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali |

Nel bacino del Torrente Sansobbia e del Rio Basco sono presenti vaste zone caratterizzate da elementi a rischio E0 in quanto vaste sono le distese di boschi ed arbusteti che condizionano pesantemente l'attribuzione delle classi.

Dall'analisi della carta degli elementi a rischio risulta che: il bacino del T. Sansobbia presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0 e subordinatamente E1 dovuta alla presenza di vaste zone boscate che interessano l'intero areale in studio. Solo nella porzione di fondovalle, in prossimità della costa, si notano ampie aree con colorazioni fucsia e amaranto che denotano una maggiore importanza degli elementi indicati rispetto al rischio. In tale zona sono infatti presenti i maggiori insediamenti, Albissola Superiore e Marina, Carpineto, Calcinara, ecc, il percorso autostradale, elementi lineari quali elettrodotti, oleodotti, di importanza collettiva. Più in generale nel territorio emergono, contrassegnati da colori relativi a classi di rischio elevate, centri abitati, nastri stradali di collegamento tra gli stessi, ed emergenze caratterizzate da un'area di rispetto ben individuata quali pozzi per acqua, sorgenti ed edifici di rilevante interesse sociale. Localmente sono individuate zone ad elevato rischio di tipo geomorfologico, ascrivibili alle maggiori zone di dissesto superficiale quali: C. Le olive, Parvin, oppure cave attive e/ o dismesse (Cornari), mentre nella classe E2 è stato inserito anche un campeggio ubicato su un affluente del Riobasco che insiste sul corso d'acqua e può essere, in caso di eccezionali eventi meteorici, interessato dalle acque di esondazione di tale rio.

È stata riprodotta la Carta degli Elementi a Rischio (Tav. 7), in adeguamento al parere vincolante della R.L. espresso nella DGR 1068/02.

Inoltre, in fase di controllo degli atti di piano approvati con D.C.P. n. 43 del 28/10/02, si è rilevato che, a causa di un errore nel file della priorità di stampa, lo strato informativo relativo alla rete stradale non è andato in stampa; l'errore è stato corretto nella nuova edizione della carta.

4.2.2 Rischio geomorfologico

Come già evidenziato l'analisi del rischio geomorfologico viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da una suscettività al dissesto di versante.

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

| ELEMENTI A RISCHIO | SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Suscettività molto bassa | Suscettività bassa | Suscettività media | Suscettività alta | Aree in frana attiva |
| E0 | R₀ | R₀ | R₀ | R₁ | R₁ |
| E1 | R₀ | R₁ | R₁ | R₂ | R₃ |
| E2 | R₀ | R₁ | R₂ | R₃ | R₄ |
| E3 | R₀ | R₁ | R₂ | R₄ | R₄ |

Per quanto riguarda gli ambiti territoriali interessati da cave attive e discariche in esercizio, ove vige una specifica normativa di settore, si è ritenuto di attribuire a dette aree di rischio "R3 elevata", in considerazione sia dell'intrinseco grado di pericolosità geomorfologica che le caratterizza sia in relazione alla classe di "elemento a rischio" a cui appartengono (Classe E3).

4.2.3 Rischio idraulico

La pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Come già visto sono stati individuati essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).

Il rischio idraulico è stato determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente:

| ELEMENTI A RISCHIO | FASCE DI INONDABILITÀ | | |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| | 200 < T < =500 fascia C | 50 < T < =200 fascia B | T < =50 fascia A |
| E0 | R₀ | R₁ | R₁ |
| E1 | R₁ | R₂ | R₃ |
| E2 | R₂ | R₃ | R₄ |
| E3 | R₂ | R₄ | R₄ |

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R₃ ed R₄) solo per i tempi di ritorno duecentennale e cinquantennale; ciò è coerente con l'obiettivo postosi nella pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni. La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure protezione civile.

4.3 Carta del rischio idraulico

Dall'applicazione delle matrici del rischio idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalla carta delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idraulico.

Dall'esame della carta, si evidenziano le ampie zone classificate R4 – rischio molto elevato – in corrispondenza delle aree maggiormente urbanizzate su entrambe le sponde del tratto terminale del torrente Sansobbia. Nello specifico, in sponda sinistra risulta perimetrata l'ampia area parzialmente depressa del centro abitato di Albisola Superiore, compresa tra i rilevati autostradale/ferroviario e il rilevato a mare dell'ex linea ferroviaria. In sponda destra, invece, risulta perimetrata la piana di Albissola Marina.

Altrettanto significative risultano le perimetrazioni di classe R4 su entrambe le sponde del torrente Riobasco (indicato anche rio Basco) nel tratto compreso tra il ponte di Via Alessandria/Via Monte Pino/Loc. Carabigi e la confluenza con il torrente Sansobbia.

Altre zone di classe R4, con minore estensione, si osservano lungo il tratto mediano del torrente Sansobbia e lungo alcuni tributari, tra cui il rio Boraxe (indicato anche rio Buraxe o Borasco), in prossimità della confluenza.

4.4 Carta del rischio geomorfologico

Sebbene il territorio sotteso dal Bacino del Sansobbia sia particolarmente "fragile" e vulnerabile (vedi carta della suscettività al dissesto CSDV), la presenza di vaste aree caratterizzate dalla classe E0 degli elementi a rischio, condiziona pesantemente, a seguito dell'applicazione delle direttive Regionali, la determinazione della classe di rischio geomorfologico corrispondente.

Il bacino risulta infatti caratterizzato da classi di rischio basso e molto basso. È evidente, dall'analisi della cartografia ottenuta che gli elementi caratterizzati da classi di rischio elevato e molto elevato hanno una forte dominante geomorfologica, tra cui, in particolare, la zona della Reverdita, Magrania, Ellera (C. Le olive, Olmo, Oliva), Gameragna, mentre alcune criticità del territorio risultano influenzate dalla presenza antropica. Particolarmente rilevante è il caso di Stella Corona, Magrania, Stella S. Giovanni, San Martino, Mezzano, dove la componente antropogenica è di grande rilievo su tutti gli altri elementi predisponenti e condizionanti. La parte più bassa del bacino, è invece caratterizzata dalla classe di rischio media in corrispondenza delle grandi infrastrutture, mentre predomina largamente la classe di rischio più bassa in quanto l'areale è certamente dominato da fattori limitatamente predisponenti come zone boscate ed il fondovalle dei Torrenti Sansobbia e Riobasco. dalla presenza di vaste aree a rischio basso e molto basso, che potrebbero risultare fuorvianti nell'analisi delle criticità presenti, in quanto tutti gli insediamenti o le porzioni di territorio caratterizzate da importanti elementi a rischio risultano in fondovalle, presso zone aventi caratteristiche di bassa suscettività al dissesto.

In particolare, dall'esame delle carte ottenute si può notare come le uniche aree a rischio elevato e/o molto elevato, ad eccezione delle zone in frana e di quanto facente parte delle rete stradale, sono le zone della Reverdita, alcuni lembi di territorio facenti parte di Stella S. Martino, il Mezzano, la zona del cimitero di Stella S. Giovanni, alcune porzioni del territorio di Stella Corona e la località Roviato Superiore.

Dall'esame diretto di tali località in sito si può solo che ottenere una conferma da quanto elaborato per mezzo dei programmi di calcolo, in quanto tali zone di territorio, sebbene fortemente suscettibili al dissesto risultano decisamente "critiche".