



PROVINCIA DI SAVONA
ASSESSORATO DIFESA DEL SUOLO

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:

PORA

Bacino:

BOTTASSANO

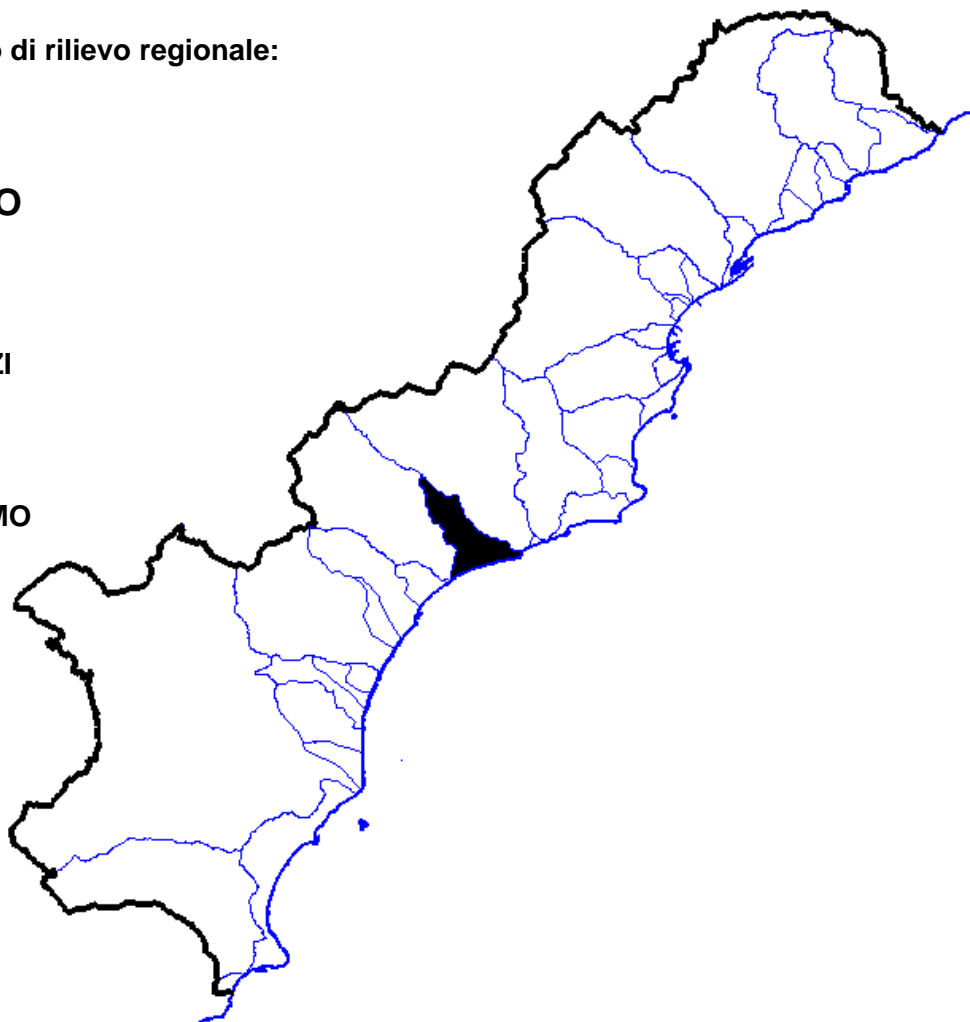
Comuni:

BORGIO VEREZZI

FINALE LIGURE

PIETRA LIGURE

TOVO S. GIACOMO



Approvato con D.C.P. n. 47 del 25/11/2003

SETTORE DIFESA DEL SUOLO
SERVIZIO PIANI DI BACINO

Corso Italia 1 – tel. 019/83131 – fax. 019/8313517 – Sito Internet: www.Provincia.Savona.it

AGGIORNAMENTI PIANO DI BACINO BOTTASSANO

DELIBERA	OGGETTO	DESCRIZIONE	ATTI MODIFICATI
DCP n. 17 del 29/03/2004	Approvazione degli aggiornamenti degli atti di piano ai sensi dell'art. 97 della L.R. 18/99	Parziale ripermetrazione di area classificata in classe di suscettività al Dissesto molto elevata ai sensi della Normativa Pd.B. D.L. 180/98 nel Comune di Finale Ligure	<ul style="list-style-type: none"> - TAV. 2 Carta Geolitologica (marzo 2004) CTR 245040. - TAV. 3 Carta Geomorfologica (marzo 2004) CTR 245040. - TAV. 4 Carta Idrogeologica (marzo 2004) CTR 245040. - TAV. 5 Carta della Franosità Reale (marzo 2004) CTR 245040. - TAV. 8 Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti (marzo 2004) CTR 245040. - TAV. 10 Carta del Rischio Geomorfologico (marzo 2004) CTR 245040. - Scheda di censimento dei fenomeni franosi cod. 489-18
DGP n. 114 Del 31/05/2005	Attuazione del comma 15 dell'art. 97 della L.R. 18/1999 relativo alle procedure di modifica ed integrazione dei piani di bacino di rilievo regionale	Aggiornamento dei Piani di Bacino sulla base delle attività finanziate con D.G.R. 1592/03, mediante approfondimenti geologici sul bacino del Bottassano, come approvato nel Comitato Tecnico Provinciale della Difesa del Suolo seduta del 21/09/04	<ul style="list-style-type: none"> - Relazione Generale - TAV. 2 Carta Geolitologica (CTP 21/09/04) CTR 245040 - TAV. 3 Carta Geomorfologia (CTP 21/09/04) CTR 245040 - TAV. 5 Carta della Franosità Reale (CTP 21/09/04) CTR 245040 - TAV. 8 Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti (CTP 21/09/04) CTR 245040 - TAV. 10 Carta del Rischio Geomorfologico (CTP 21/09/04) CTR 245040 - TAV. 12 Carta degli interventi (CTP 21/09/04) CTR 245040
		Aggiornamento dei Piani di Bacino sulla base delle attività finanziate con D.G.R. 1592/03, mediante revisione del piano interventi sul bacino del Bottassano, come approvato nel Comitato Tecnico Provinciale della Difesa del Suolo seduta del 28/04/05	<ul style="list-style-type: none"> - Piano interventi - TAV. 12 Carta degli interventi (CTP 28/04/05) CTR 245040-246010-229130-228160
DGP n. 84 Del 27/04/2006	Attuazione del comma 15 dell'art. 97 della L.R. 18/1999 relativo alle procedure di modifica ed integrazione dei piani di bacino di rilievo regionale	Riperimetrazione di area da suscettività al dissesto alta Pg3A a suscettività al dissesto media Pg2 come approvato nel comitato Tecnico seduta del 19/01/2006	<ul style="list-style-type: none"> - TAV. 2 Carta Geolitologica (CTP 19/01/06) CTR 245040 - TAV. 3 Carta Geomorfologia (CTP 19/01/06) CTR 245040 - TAV. 4 Carta Idrogeologica (CTP 19/01/06) CTR 245040 - TAV. 5 Carta della Franosità Reale (CTP 19/01/06) CTR 245040 - TAV. 8 Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti (CTP 19/01/06) CTR 245040 - TAV. 10 Carta del Rischio Geomorfologico (CTP 19/01/06) CTR 245040 - Scheda di censimento dei fenomeni franosi cod. 489-04

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
bacino: BOTTASSANO

PREMESSA	2
1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	3
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento.....	3
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti	5
1.2.1 <i>Altri strumenti di pianificazione</i>	5
1.3 Dati utilizzati.....	5
2. CARATTERISTICHE DEL BACINO	8
2.1 Geografia	8
2.2 Geologia	12
2.2.1 <i>Metodologia di studio</i>	12
2.2.2 <i>Caratteri geologici</i>	12
2.2.3 <i>Litostratigrafia e tettonica</i>	12
2.3 Geomorfologia	14
2.3.1 <i>Caratteri generali</i>	14
2.3.2 <i>Reticolo idrografico</i>	16
2.3.2.1 <i>Reticolo idrografico principale</i>	17
2.3.3 <i>Acclività</i>	18
2.3.4 <i>Considerazioni relative allo stato della roccia</i>	18
2.3.5 <i>Caratterizzazione delle coperture</i>	19
2.3.6 <i>Frane attive e franosità diffusa</i>	20
2.3.7 <i>Alluvioni e terrazzi fluviali</i>	21
2.3.8 <i>Aree in erosione</i>	21
2.3.9 <i>Aree carsiche</i>	22
2.3.10 <i>Cave</i>	22
2.3.11 <i>Discariche e riporti</i>	23
2.4 Idrogeologia	23
2.5 Uso del Suolo.....	25
2.6 Descrizione della rete idrografica	27
2.6.1 <i>Sopralluogo dell'asta principale</i>	27
2.6.2 <i>Sopralluogo dell'asta secondaria</i>	32
2.7 Idrologia di piena.....	34
2.7.1 <i>Premessa</i>	34
2.7.2 <i>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.</i>	34
2.7.3 <i>Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.</i> ..	38
2.7.4 <i>Portate di piena</i>	42
2.7.4.1 <i>La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)</i>	42
2.7.4.2 <i>Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)</i>	42
2.7.4.2.1 <i>Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)</i>	45
2.7.4.2.2 <i>Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)</i>	46
2.7.4.2.3 <i>- Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta. del 11/09/2003)</i>	47

SETTORE DIFESA DEL SUOLO

SERVIZIO PIANI DI BACINO

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
bacino: BOTTASSANO

2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Bottassano (Rif. Normativa di Piano)
48

3	PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	49
3.1	Premessa	49
3.2	Problematiche di tipo geomorfologico	51
3.2.1	Suscettività al dissesto dei versanti	51
3.2.2	Commento alla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti	54
3.3	Problematiche di tipo idraulico	55
3.3.1	Aree storicamente inondate	55
3.3.2	Verifiche idrauliche	55
3.3.2.1	Individuazione dei tratti di studio	55
3.3.2.2	Metodologia di calcolo	55
3.3.2.3	Schematizzazione di calcolo	56
	- Parametri di scabrezza	58
	- Condizioni al contorno	58
3.3.2.4	Profili di moto permanente	58
3.3.2.5	Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo	58
3.3.3	Fasce di inondabilità	59
3.3.4	Fascia di riassetto fluviale	61
3.4	Principali criticità del bacino	61
3.4.1	Criticità puntuali	62
3.4.1.1	Insufficienza urbana presso Rio Fine – tratto focivo	62
3.4.2	Criticità di tipo geomorfologico	70
3.5	Considerazioni sul trasporto solido	71
4	RISCHIO IDROGEOLOGICO	74
4.1	Premessa	74
4.2	Determinazione del rischio idrogeologico	75
	- Elementi a rischio	76
	- Rischio geomorfologico	77
	- Rischio idraulico	77
4.3	Carta del rischio idraulico	78
4.3.1	Carta del rischio idraulico per bacini minori	78
4.4	Carta del rischio geomorfologico	79
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	80

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
bacino: BOTTASSANO

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.

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).

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
bacino: BOTTASSANO

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 linee guida:

- 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 n. 4 "*Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate*"
- raccomandazione n. 7 "*Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*"
- raccomandazione n. 8 "*Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino*"
- linea guida 1/1999 "*Nota sul rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale*"
- 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 D180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)*"

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

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

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

Relativamente alla Direttiva CEE 92/43/ CEE istitutiva dei siti "bioitaly", si osserva che nell'ambito del bacino del Bottassano è presente il seguente sito individuato come "SIC" (siti di importanza comunitaria):

IT 1323201 Finalese - Capo Noli

1.3 Dati utilizzati

Il sopralluogo del tratto terminale del Rio Bottassano è stato effettuato in modo speditivo dal CIMA nel giugno 2000 ed integrato nell'ottobre 2000. Tali rilievi interessano il tratto di Rio compreso tra l'inizio dell'allargamento della valle e la foce.

Sono riportate inoltre le informazioni dedotte dai sopralluoghi effettuati dal C.I.M.A. nei mesi di maggio, giugno, luglio nel comprensorio dei Comuni di Spotorno, Noli, Borgo Verezzi, Finale Ligure con l'obiettivo di effettuare le valutazioni idrauliche delle aste terminali dei rii principali presenti nella zona.

Il criterio seguito nell'effettuare i sopralluoghi è stato il seguente:

- identificazione degli sbocchi a mare, delle sezioni di inizio copertura dei corsi d'acqua o di eventuali sezioni che presentino particolari criticità idrauliche;
- misurazione speditiva della geometria delle sezioni prese in esame;
- fotografie sia delle sezioni interessanti per lo studio e sia del tessuto urbano circostante.

Per quanto riguarda il campo geologico e geomorfologico, si ricorda che per la cartografia di base del piano del T. Bottassano esistono studi precedenti realizzati ai fini della pianificazione di bacino dallo Studio Carieri. E' stato inoltre ritenuto opportuno ai Comuni, alla Comunità Montana Pollupice ed alla Provincia di Savona il materiale esistente relativo alla pianificazione urbanistica, a studi idrogeologici e sulla franosità (completamente mancante)..

Al fine della elaborazione del piano sul rischio idrogeologico ai sensi del comma 1, art. 1 del DL 180/98, si è proceduto alla validazione di quanto acquisito con la revisione, sistemazione, confronto ed aggiornamento dei dati, talvolta discordanti, talvolta completamente assenti, anche mediante verifiche sul terreno.

Il lavoro è stato svolto in tre fasi successive secondo il calendario stabilito dal Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona, che ha fornito anche le specifiche tecniche prodotte dalla Regione e le prescrizioni operative per il conseguimento di risultati uniformi e confrontabili.

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
bacino: BOTTASSANO

Nella prima fase si sono curate le procedure per la stesura della cartografia di base secondo uno standard comune con i gruppi di professionisti che operano sugli altri bacini, nel rispetto delle linee guida proposte dalla Regione ed è stata redatta una prima stesura della cartografia di analisi.

Parallelamente si è attivato un processo di analisi bibliografica - i lavori consultati sono citati di seguito - e di validazione dei dati in modo tale da disporre di una base affidabile sulla quale impostare l'analisi del rischio geomorfologico.

Infine si sono consultate alcune monografie e lavori di cui viene riportata la bibliografia:

Accademia Nazionale dei Lincei: *Estr. Rend. Classe Scienze fisiche, matem e natur. – serie VIII, vol. XXXII, fase 1, gen 1962*

E. Bonino – Carta geomorfologico/evolutiva dei bacini del t. Maremola e del t. Bottassano. *Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection Univers. De Liège, 1988*

(B)P.Streiff (1956) *Zur Geologie des Finalese (Ligurien – Italien)* – Mitt. Geol. Inst. Zurich, 67, 1-88

M. Vanossi: *Contributi alla conoscenza delle unità stratigraficheo-strutturali del Brianzonese ligure s.l. I° Le strutture tettoniche della zona tra Bardineto e Noli.* Atti Ist. Geol.Univ. Pavia- Vol XXI, 37-66

L'esame delle foto aeree generalmente di grande supporto gli studi geomorfologici, non è stato risolutivo nel caso in esame in quanto erano disponibili presso l'A.I.T. le sole foto aeree in b/n del volo 1974, di difficile lettura.

Il processo di validazione ha quindi richiesto un impegno assai maggiore di quello previsto, in quanto i dati acquisiti, soprattutto da lavori pubblici e pubblicazioni precedenti, erano spesso non univoci, per cui erano richieste molteplici verifiche di campagna per l'individuazione delle situazioni più rappresentative, soprattutto sotto il profilo della stabilità dei versanti.

Sono inoltre stati visionati e/o acquisiti dati diversi messi a disposizione dal Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona su supporto cartaceo ed informatico per la redazione delle singole carte. Sono state altresì utilizzate informazioni diverse fornite dai Comuni e dalla Comunità Montana. Sono stati pertanto raccolti dati relativi alle indagini svolte per i P.R.G. dei comuni di Borgio Verezzi e Tovo.SGiacomo, mentre, per il comune di Finale Ligure, sono state utilizzati studi svolti solo su parte del territorio.

Nella seconda fase l'attenzione si è spostata sulla formulazione di uno schema procedurale rispondente alle peculiarità del bacino per la definizione della pericolosità.

Si è eseguita un prima stesura della carta della suscettività al dissesto dei versanti impostata secondo lo schema predisposto dalla regione, ma con un margine soggettivo di interpretazione.

La stesura finale segue lo schema regionale nei singoli passaggi, ma apporta inevitabili correttivi alle molteplici situazioni in cui l'applicazione dell'automatismo non basta a cogliere completamente i fenomeni, come verrà meglio descritto a proposito della cartografia della suscettività al dissesto.

La terza fase è stata di revisione generale in funzione del riconoscimento delle criticità del bacino.

Durante lo svolgimento di quest'ultima fase hanno avuto luogo tre eventi meteorici eccezionali con conseguenti danni alluvionali ed innesco o riattivazione di dissesti lungo i

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
bacino: BOTTASSANO

versanti. Il verificarsi di tali eventi in fase di chiusura dei lavori, con cartografia di base già completata, ha avuto come conseguenza il riaggiornamento della Carta geomorfologica, della Carta della Franosità Reale ed anche della Carta Geolitologica, un intervento più radicale del previsto che ha portato alla ridefinizione della suscettività al dissesto e, quindi delle priorità nell'indicazione degli interventi.

Inoltre questi eventi hanno messo in luce nuove situazioni (che per quanto possibile sono state registrate), e soprattutto hanno mostrato a chiare lettere che l'evoluzione del territorio è continua e costante nel tempo e che quindi il lavoro fatto è solo la fotografia di un attimo (dicembre 2000) e non può essere considerato come una base fissa ed immutabile per qualsiasi tipo di pianificazione, avendo necessità di essere continuamente aggiornato con studi specifici maggiormente mirati.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 (vettoriale) e scala 1:10.000 (in formato raster), che riporta il bacino nei fogli:

- n° 245040 "Pietra Ligure", e, in piccola parte,
- n° 246010 "Finale Ligure"
- n° 228160 "Calice Ligure"

Tutti i tematismi di base sono stati ridisegnati secondo le specifiche di informatizzazione richieste.

I tematismi delle carte derivate sono stati perimetrati per sovrapposizione dei tematismi delle carte di base, secondo specifiche regionali.

L'area di indagine è coperta dalle basi cartografiche vettoriali in sc. 1:5000, per cui è stato possibile mantenere la georeferenziazione dei limiti geologici e di tutte le rappresentazioni areali e dei contenuti puntuali delle carte, secondo le tolleranze imposte dalla Committenza, nell'elaborazione cartografica in formato dwg secondo le dotazioni di software dei singoli studi professionali: AUTOCADLT97 e AUTOCAD 2000.

La georeferenziazione utilizza il sistema di coordinate Gauss Boaga.

Le rappresentazioni sono registrate su files e su livelli diversi e sovrapponibili con modalità standard che consentano l'inserimento nel Sistema Informativo Regionale di Bacino (SIREBA) in modo da facilitare interventi successivi secondo le necessità previste dal sistema.

La restituzione su supporto cartaceo viene presentata su base topografica ricavata da raster in formato cit, sc. 1:10000.

La deformazione della base raster rispetto a quella vettoriale può comportare errori nella rappresentazione stampata leggermente fuori tolleranza. Tale passaggio è necessario per rendere la cartografia facilmente disponibile, ma si sottolinea che fanno fede ai fini del lavoro i dati informatizzati sulla base della carta vettoriale.

2. CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 Geografia

Il Bacino del Torrente Bottassano ricade nell'ambito di bacino di rilievo regionale "PORA", così definito dall'Autorità regionale.

Il bacino così definito ha una superficie di 9,3 Km².

I comuni compresi nell'area sono:

Finale Ligure

Borgio Verezzi

Tovo S. Giacomo

Calice Ligure (in piccolissima parte)

La Comunità Montana di appartenenza nell'ambito della provincia di Savona è la Comunità Montana Pollupice.

Il bacino ha una forma regolare, stretta ed allungata NW-SE, stretta nella parte alta, assai più ampia nel tratto terminale, che comprende anche la costa fino al T. Pora.

Lo spartiacque orientale – da NW verso SE - separa il bacino del Bottassano da quello del Pora. Nella parte a valle il limite piega verso la foce del Pora e comprende tutti gli scolatoi sulla costa.

Ad W lo spartiacque del Bottassano coincide con quello del T. Maremola.

Il punto più alto dello spartiacque si raggiunge in corrispondenza del M. Collarina (604 m slm).

Il crinale che degrada verso E è individuato essenzialmente dal Colle S. Pantaleo (337 m), dalla sella di Cà del Moro (303 m), da una piccola collina ad est di essa (325 m) e quindi dal Bric Castellino (275 m), dalla sella di Gorra (200 m), dalla zona di Bracciale (226 m), dalla Torre di Bastia (319 m), dalla bastionata dell'Aurera (306 m), dal M. Caprazzoppa (272 m) e da qui fino al mare nei pressi dello stabilimento Piaggio di Finale Ligure.

Ad W il crinale passa per la S.S. del Melogno (419 m), per Bardino Vecchio (319 m), Castello dei Folchi (329 m), la sella tra Giazzo e Soria (240), M. Grosso (con le due cime a 318 e 298 m) e da qui attraverso le loc. Moretti, Arbaschi, fino alla foce del T. Maremola.

Il reticolo idrografico è di tipo dendritico, discretamente organizzato per quanto riguarda la parte superiore del bacino. Nella parte media inferiore si trova un altipiano calcareo, ricco di valli fossili e sospese, che viene percorso dal torrente con un tratto fortemente incassato.

La conformazione di bacino è prevalentemente montuosa e collinare, con aree pianeggianti complessivamente poco estese e limitate alla stretta pianura costiera e alla zona dell'altipiano della Pietra di Finale.

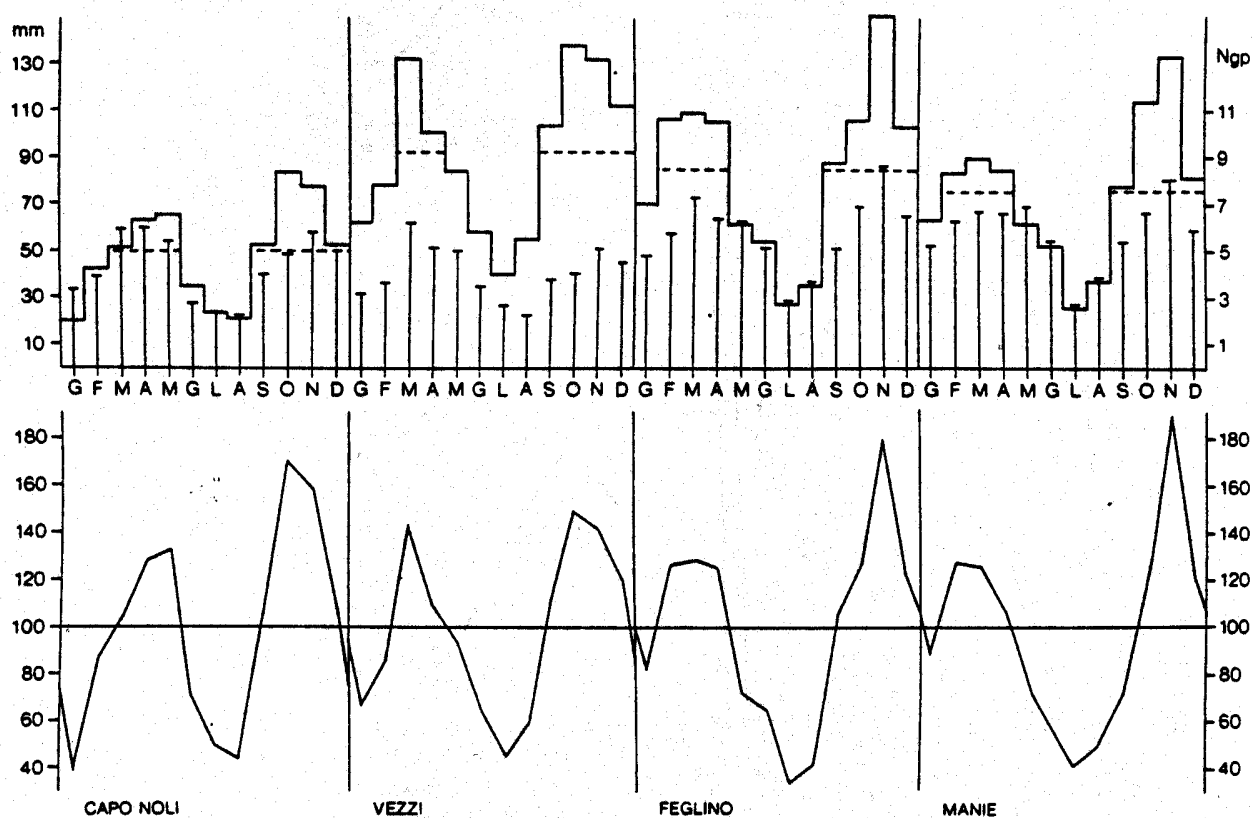
Il tessuto urbano risulta fitto ed ininterrotto lungo la costa e si approfondisce nell'entroterra fino a Z.I. di Borgio, a valle dell'Autostrada dei Fiori, ed è in espansione lungo il versante che congiunge Borgio con Verezzi.

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
bacino: BOTTASSANO

In questa zona risiede la maggior parte della popolazione, che svolge attività legate prevalentemente al turismo e, in subordine, all'agricoltura. Oltre la gola che attraversa l'altipiano calcareo, il tessuto urbano risulta molto scarso, organizzato in piccoli nuclei abitativi, sparsi lungo la stretta conca, in preferenza sui crinali (Bardino Vecchio Olle Superiore e Gorra, mentre Olle inf. e Verezzi, con le sue frazioni, sono disposte lungo il versante, con esposizione a sud.

I monitoraggi meteorologici del bacino avvengono tramite stazioni ubicate presso Feglino – Vezzi – Manie – Capo Noli e Pietra Ligure.

Per analogia con altre situazioni della Riviera di Ponente si può affermare che la fascia costiera rientra nella sottoregione mesomediterranea con precipitazioni che si verificano in massima parte a cavallo dei mesi di autunno e inverno ed in primavera, con una stagione secca di 3-4 mesi.



Tabl. Andamento delle precipitazioni

La linea continua degli istogrammi rappresenta l'andamento delle precipitazioni medie mensili; le linee verticali con trattino la media mensile del numero dei giorni piovosi; le rette tratteggiate orizzontali il valore della precipitazione media annua. Nel diagramma inferiore il valore della precipitazione media annua è posto = 100%, ed i valori delle precipitazioni medie mensili sono calcolati di conseguenza. (da Biancotti, Brancucci, Motta: Note illustrative alla carta geomorfologica dell'altipiano delle Manie)

La piovosità massima si verifica nei mesi di Ottobre, Novembre Dicembre e Febbraio con una media annua di 760 mm (1938-1979). La temperatura media è di 16,3 °C .

Per tutte le stazioni le massime precipitazioni si verificano in autunno e le minime in estate (considerando i dati mensili il massimo si verifica nei mesi di Ottobre-Novembre e il minimo nel mese di Luglio. Quanto sopra è confermato anche dai dati meteorologici raccolti

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
bacino: BOTTASSANO

dall'Istituto Ospedaliero di S. Corona in Pietra Ligure (dal 1938 al 1979 escluso il periodo bellico) che possono essere presi come riferimento per la fascia costiera in oggetto.

Qui la piovosità massima si verifica nei mesi di Ottobre, Novembre Dicembre e Febbraio con una media annua di 760 mm (1938-1979). La temperatura media è di 16,3 °C (si vedano a tale proposito i diagrammi allegati a conclusione del paragrafo).

Per tutte le stazioni le massime precipitazioni si verificano in autunno e le minime in estate (considerando i dati mensili il massimo si verifica nei mesi di Ottobre-Novembre e il minimo nel mese di Luglio).

Le precipitazioni nevose hanno permanenza al suolo molto limitata anche alle quote altimetriche più elevate per cui l'alimentazione nivale risulta pressoché nulla.

La temperatura è caratterizzata da medie termiche relativamente elevate lungo la costa che si abbassano in maniera sensibile già nella zona collinare, e più ancora in quota.

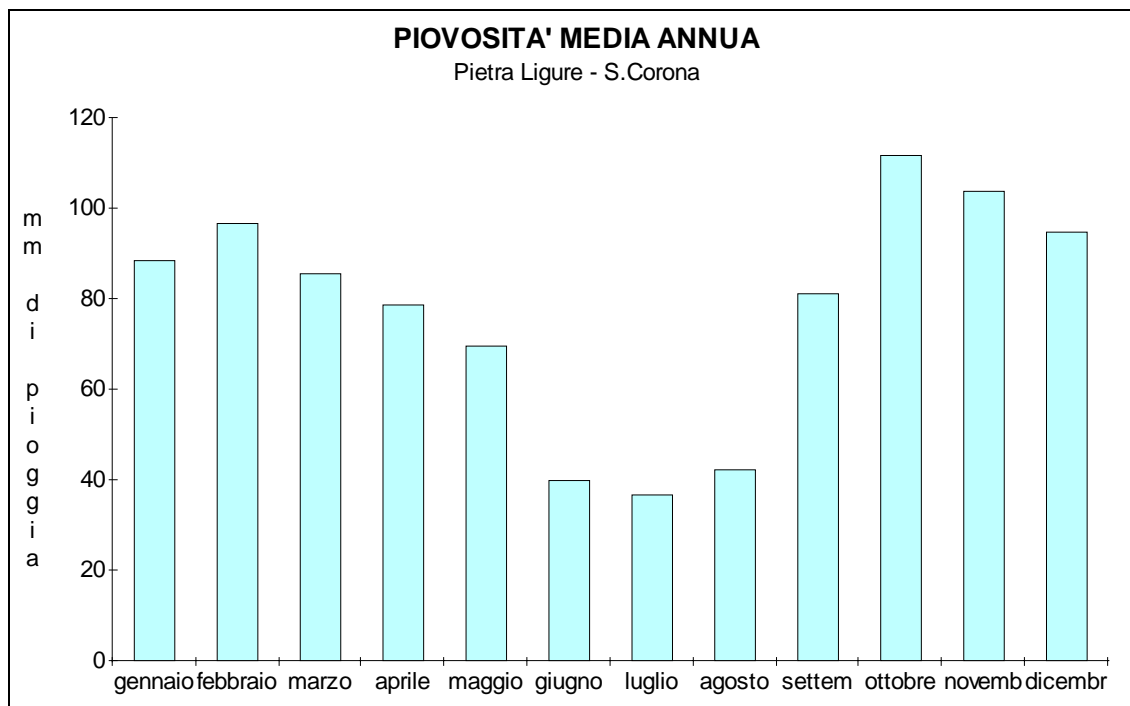
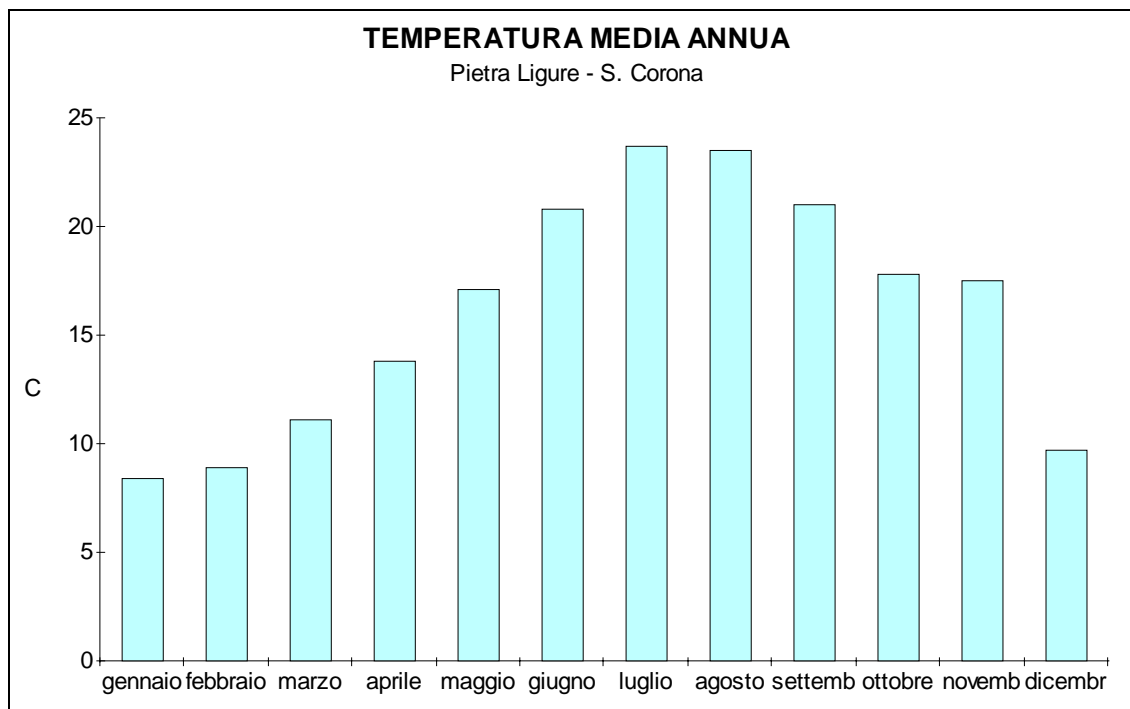
Le temperature medie annue variano da circa 16° nella zona costiera a 10° per la stazione del Colle del Melogno con valori intermedi di 14°-15° per la zona intermedia. I valori minimi medi annui sono al di sotto dei 10° e i valori medi massimi intorno ai 20°.

L'andamento delle precipitazioni e delle temperature denota quindi un'assetto climatico di tipo mediterraneo, che nella fascia territoriale più elevata (M. Alto e in genere i rilievi altimetricamente più elevati), risente della quota e della vicinanza dello spartiacque padano.

Il regime dei venti è variabile, con lunghi periodi di calma e vento debole (80%) intervallati da giorni ventosi; per quanto riguarda la provenienza vi è una dominanza dei venti di SW nella stagione estiva e NW nel periodo invernale con subordinate provenienze da S-SE.

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
bacino: BOTTASSANO

STAZIONE TERMOPLUVIOMETRICA S.CORONA
(COMUNE DI PIETRA LIGURE)



2.2 Geologia

2.2.1. Metodologia di studio

L'elaborato grafico di riferimento è la Carta Geolitologica. La definizione stessa indica il risalto che si è voluto dare ai caratteri litologici rispetto all'attribuzione formazionale delle rocce in quanto più rispondente alla caratterizzazione fisica del materiale.

La suddivisione della roccia in base allo stato di conservazione viene affrontato nell'elaborazione della Carta Geomorfologica, secondo le specifiche regionali (Raccomandazione 3 bis).

Come si è detto al §1.3 sono stati acquisiti i rilevamenti geologici esistenti dei Piani Regolatori, sono state esaminate le cartografie di riferimento più accreditate, sono stati confrontati i dati e, ove ritenuto necessario, sono stati eseguiti rilievi sul terreno.

Le formazioni ed i vari membri delle stesse sono riportati sulla Carta Geolitologica in funzione della litofacies prevalente; i simboli e le sigle di ciascun elemento cartografato corrispondono a quelli delle raccomandazioni per l'inserimento nel sistema informativo regionale di bacino. I terreni alluvionali sono stati suddivisi per tipologia.

2.2.2 Caratteri geologici

Il bacino è caratterizzato geologicamente da una buona percentuale di affioramento e dalla presenza di un discreto numero di litologie.

Le formazioni affioranti appartengono principalmente al Dominio Brianzonese ed in subordine alle coperture tardo-orogene.

Nella Zona Brianzonese (interno ed esterno) sono presenti litologie appartenenti alle Formazioni sedimentarie e vulcaniche del Tegumento permo-carbonifero (Scisti di Gorra, Porfiroidi del Melogno, Formazione di Eze) e alla Copertura meso-cenozoica (Quarziti di Ponte di Nava, Dolomie di S. Pietro dei Monti, Calcari di Val Tanarello).

In particolare le Unità Brianzonesi si estendono per l'intero bacino mentre le coperture tardo-orogene sono limitate ad una zona centrale corrispondente al complesso Oligo-Miocenico della Pietra di Finale, trasgressivo sulle prime e al suo complesso basale.

Depositi quaternari di varia origine sono presenti lungo le coste (beach rock), sugli altopiani (terre rosse) e ai lati del fondovalle principale (detriti di pandio).

Nella parte bassa del bacino sono poi presenti estesi depositi alluvionali terrazzati recenti.

2.2.3 Litostratigrafia e tettonica

Come evidenziato sopra il Dominio Brianzonese occupa praticamente tutta la superficie del bacino.

Il Brianzonese ligure, il cui dominio inizia a differenziarsi da quello piemontese nel Trias superiore, costituisce il prolungamento verso SE, dal Colle di Tenda fino al mare, del Brianzonese classico e, come quest'ultimo, rappresenta al tempo stesso parte di un dominio paleogeografico e di un complesso di Unità Tettoniche che si ritiene provengano dalla porzione del paleocontinente europeo più prossima al margine del paleocontinente stesso.

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
bacino: BOTTASSANO

Dal punto di vista paleogeografico si suole suddividere il Brianzonese in tre settori, che, procedendo verso l'avampaese, prendono le qualificazioni di *interno*, *intermedio*, *esterno*.

Anche la serie stratigrafica viene generalmente distinta in tre parti: *basamento cristallino* (interessato da una o più orogenesi prealpine), *tegumento permo-carbonifero* e *copertura meso-cenozoica*.

L'area in studio può essere suddivisa in tre parti di diverso stile tettonico:

- 1) zona settentrionale, dove affiora il Tegumento permo-carbonifero, di origine in parte vulcanica, in parte sedimentaria continentale, che si interpone tra il basamento cristallino e le rocce sedimentarie della copertura mesozoica.;
- 2) Zona centrale, sede di importanti deformazioni e dislocazioni tettoniche (sovrascorrimenti) che hanno smembrato la copertura meso-cenozoica;
- 3) Zona meridionale, separata dalla centrale da una grande linea tettonica. Ne fa parte l'altopiano della Pietra di Finale, praticamente immune da deformazioni, trasgressivo su di un substrato meso-cenozoico intensamente deformato da sinclinali e anticlinali orientate NNE-SSW. Questo sistema, che si estende fino a Capo Noli, è dislocato da faglie orientate NW-SE o NE-SW. Presso la linea di costa esistono nuovi sistemi di faglie, orientati WSW-ENE e E-W. Dalla loro intersezione con faglie secondarie risulta una scomposizione della regione in blocchi fra loro dislocati. Dalla carta batimetrica appare che il sistema corre parallelo alla scarpata continentale, causando gradini morfologici subacquei.

Nel bacino le formazioni metamorfiche di origine sedimentaria sono rappresentate dagli Scisti di Gorra, costituiti essenzialmente da metasedimenti. Essi sono rocce chiare di diversa origine: sedimenti quarzo-micacei, dominanti; tufiti e/o prodotti di rimaneggiamento di vulcaniti acide: Gli spessori, variabili, sono sempre dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Le Formazioni metamorfiche di origine vulcanica sono rappresentate dalla Formazione di Eze e dai Porfiroidi del Melogno.

La formazione di Eze è costituita da prasiniti e scisti prasinitici, intercalati ai metasedimenti fini stefano-autuniani. Rappresenta l'episodio vulcanico intermedio, durante il quale vennero messi in posto volumi anche considerevoli di lave e piroclastiti andesitiche.

Porfiroidi del Melogno rappresentano la fase più importante - dal punto di vista del volume di materiali emessi - e più recente dell'attività vulcanica, considerata di età essenzialmente permiana inferiore. Sono formati essenzialmente da ignimbriti e sono caratterizzati da numerosi membri e litozone.

La Copertura meso-cenozoica ha inizio nel Trias inferiore con la cessazione dell'attività vulcanica e l'ingressione marina e con le Quarziti di Ponte di Nava. Queste sono quarziti scitiche, in banchi di spessore variabile, occasionalmente separati da livelli pelitici millimetrici verdi o violacei, depositi di spiaggia molto elaborati ricchissimi di quarzo, con rari ciottoli feldspatici. Dopo un periodo di emersione inizia una deposizione carbonatica (Anisico e Ladinico) che cessa fino al Malm, corrispondente alla formazione della geosinclinale brianzonese. Questa fase erosiva porta talvolta ad una completa elisione dei termini triassici e alla diretta deposizione dei calcari giurassici sui termini permo carboniferi.

È soltanto con il Malm, in connessione con il progressivo ampliamento dell'oceano piemontese-ligure, che il clima distensivo pare generalizzato: ne deriva una brusca sommersione, per sprofondamento delle terre emerse, di quasi tutto il dominio brianzonese.

Salvo eventuali locali isole, non si hanno interruzioni tra la massa d'acqua dell'oceano e quella epicontinentale che si estende ampiamente verso W, al di sopra dei domini brianzonese, dellinese e provenzale. I sedimenti del Malm sono rappresentati dalla successione calcarea condensata dei Calcari della Val Tanarello, calcari marmorei chiari, ceroidi, ben stratificati.

Con le rocce della Formazione di Caprauna, rese scistose dal metamorfismo alpino, e ormai praticamente scomparse nella zona, a causa della loro erodibilità, si chiude la successione brianzonese.

Segue l'orogenesi alpina, che causa la laminazione ed il metamorfismo delle rocce brianzonesi ed il sovrascorrimento del Brianzonese interno su quello esterno.

Si arriva così alla particolare situazione geografica oligo-miocenica, quando il Finalese è occupato da una grossa insenatura, in cui si depositano i sedimenti terrigeni argilloso-marmosi, sabbiosi e conglomeratici che costituiscono il complesso basale della Pietra di Finale, potenti originariamente almeno 200 m.

Nel Langhiano-Serravalliano si forma nel finalese un nuovo ampio golfo, probabilmente di origine tettonica (graben), in cui la subsidenza si accompagna alla sedimentazione, permettendo la deposizione di oltre 220 m di calcari epimeritici bioclastici noti come Pietra di Finale e di arenarie calcaree rossastre note come Pietra di Verezzi.. Falesie multiple, ancora oggi riconoscibili, chiudevano questo golfo verso la terraferma. Nel Tortoniano la zona emerge definitivamente ed inizia il suo smantellamento da parte degli agenti erosivi.

Nell'area esistono alcuni sedimenti quaternari di origine continentale:

Alluvioni antiche ferrettizzate, ben cementate ad elementi grossolani si trovano alle falde meridionali del M.Grosso.

Terre rosse di origine carsica, molto diffuse su tutte le formazioni carbonatiche e anche come riempimento delle cavità carsiche e di depressioni naturali, talvolta potenti anche 10-30 metri, contenenti spesso industrie del Paleolitico inferiore, che hanno cominciato a formarsi dal Villafranchiano "caldo".

Depositi alluvionali di una certa potenza, con ciottoli arrotondati immersi in matrice sabbioso-siltosa, si trovano solo nella valle principale del torrente Bottassano

Brecce di pendio monogeniche, ad elementi calcarei o calcareo-dolomitici, con matrice sabbioso-pelitica, più o meno cementata da carbonati, sono assai diffuse, specie lungo i versanti del tratto di valle incassata dalla Z.I. fin oltre il ponte dell'Autostrada dei Fiori.

2.3 Geomorfologia

2.3.1 Caratteri generali

Il bacino del T. Bottassano presenta aspetti assai diversificati dal punto di vista morfologico:

- la pianura alluvionale, che va a raccordarsi ai depositi di spiaggia, quasi completamente urbanizzata;
- le aree di fondovalle anch'esse caratterizzate da insediamenti ed attività antropiche;
- le zone collinari, abitate ed in gran parte coltivate;

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
bacino: BOTTASSANO

- la zona dell'altopiano carsico, praticamente disabitata;
- la zona pedemontana, in gran parte coltivata e con nuclei isolati;
- la zona montana boschiva.

Alcuni tratti geomorfologici sono già stati descritti a proposito della caratterizzazione geologica e litostratigrafica.

Infatti il paesaggio morfologico è in gran parte determinato dalle condizioni geologiche e dipende dalla litologia, dallo stato di conservazione della roccia e dalle strutture tettoniche.

Nell'ambito dell'area in esame la zona brianzonese corrisponde alla maggior parte del bacino e dà spesso luogo a versanti acclivi in genere ove affiorano i calcari (C. Val Tanarello) e calcari dolomitici (dolomie S. Pietro dei Monti) o anche le quarziti (Q. di Ponte di Nava). Elevate acclività (dal 30 al 50%) in tali formazioni si rilevano soprattutto nella parte bassa e centrale del bacino, soprattutto in prossimità della costa a falesia e della valle a forra.

Le rocce quarzitiche che ricadono nelle metavulcaniti (Scisti di Gorra) assumono invece forme più morbide e addolcite, quali si possono trovare sui versanti che si allargano a monte dell'Autostrada dei Fiori.

Versanti leggermente più acclivi si hanno in corrispondenza delle rocce ortometamorfiche (Porfiroidi del Melogno e Formazione di Eze) che si trovano con più frequenza nella parte settentrionale del bacino.

Nel settore centro meridionale del bacino si individuano due altopiani, separati dalla valle Bottassano e da rilievi tabulari tipo mesa, con superfici sommitali alla stessa quota che dimostrano la derivazione da un unico grande altipiano carsico, disseccato successivamente in unità minori.

I limiti della placca calcarea sono caratterizzati da pareti verticali, talvolta strapiombanti, con una evoluzione legata all'azione concomitante di processi gravitativi e carsici, con evidenti testimonianze di fenomeni di crollo. Alla base delle pareti e lungo i versanti si hanno falde detritiche solo dove esse sono cementate da soluzioni carbonatiche, altrimenti i processi di erosione fluviale le erodono rapidamente.

All'interno delle rocce carbonatiche si è sviluppato un carsismo molto spinto, che ha lasciato numerosi esempi di macroforme carsiche, quali numerosissime cavità ipogee, valli fossili, cockpit, doline di dissoluzione e di crollo.

Tracce del sistema carsico ipogeo si trovano dappertutto, specie nella zona più bassa (complesso delle grotte Valdemino). Le caratteristiche del sistema ipogeo sono tipiche di sistemi il cui livello di base si è abbassato progressivamente, in conseguenza della epirogenesi della zona.

I periodi di stabilità del livello di base hanno lasciato tracce nei principali terrazzi costieri, fondovalle pianeggianti, terrazzi fluviali e selle interpretabili come relitti di paleovallate.

Il litorale ad est del passaggio a livello della linea F.S. è caratterizzato da un'alta costa a falesia (falesia morta), che si spinge fino ad oltre il Capo di Caprazoppa.

Decisamente pianeggianti appaiono le alluvioni attuali lungo la costa. Queste ultime proseguono nell'interno lungo l'asse del bacino dove assumono l'aspetto di una stretta fascia che si incunea tra i versanti.

Attualmente la deposizione avviene prevalentemente nei tratti più a valle delle aste principali, con alveo in erosione nella parte a monte.

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
bacino: BOTTASSANO

I tributari minori del Bottassano appaiono spesso in forte erosione, in particolar modo la Carta geomorfologica evidenzia una serie di erosioni concentrate di fondo su entrambi i versanti.

L'impostazione del reticolo idrografico lungo le linee strutturali è spesso evidente anche in corrispondenza dei corsi d'acqua minori.

2.3.2 Reticolo idrografico

Il Torrente Bottassano nasce dall'incontro del rio Cuneo col rio Rocche; le sue principali caratteristiche morfometriche ed idrologiche possono essere così elencate:

<i>Superficie del bacino di dominio</i>	<i>7 kmq</i>
<i>Lunghezza dell'asta principale</i>	<i>7,14 km</i>
<i>Punto più alto del bacino</i>	<i>604 m</i>
<i>Pendenza media</i>	<i>8,4%</i>
<i>Afflusso meteorico annuo</i>	<i>950 mm</i>

Morfologicamente nel bacino del Bottassano si distinguono:

- la testata del bacino formata da una conca a ventaglio con versanti ripidi incisi dai corsi d'acqua tributari;
- una zona di medio corso corrispondente all'attraversamento del complesso calcareo, caratterizzata da una valle a forra tra versanti molto acclivi, con rete idrografica secondaria scarsa;
- La zona di basso corso, che dallo sbocco vallivo arriva al mare;

I principali sottobacini sottesi sono: nella zona di testata quelli del Rio Cuneo, Rio Rocche, dalla cui fusione nasce il t. Bottassano; successivamente in sponda destra si trovano Rio Bergalla, Rio Pozzetto, Rian de Costa, Rian di Frati, Rio Terre Rosse e Rio Zerbettii; in sponda sinistra Rio Nazeina, Rio Scarsini; il Rio Cinelle ed Rio Corlando. che raccolgono le acque della conca di Olle, Rio de Finè, Rio Roncazzo, Rio Lescia e Rio Riva Rossa. Già i toponimi di "terre rosse" e "rive rosse" stanno ad indicare la presenza di notevoli quantità di questo materiale argilloso che ingloba detriti di pendio.

Ad est del Bottassano, parallelamente ad esso, scorrono ancora il Rio Batorezza, che dà origine alle grotte Valdemino; il Rio Fine, al confine tra Borgio e Finale, ed il rio Valletta, ad Est della Caprazoppa.

Il corso d'acqua principale ha caratteristiche tipicamente torrentizie in un'ambito prevalentemente "montano e/o collinare"; l'asta fluviale risulta ad elevata pendenza (circa l'8,4%), profondamente incisa nel substrato con tipologia prevalente di "alveo a fondo fisso" con scarsi sedimenti sciolti all'incirca fino all'altezza dell'Autostrada.

Nella piana alluvionale l'andamento fluviale acquista progressivamente caratteristiche "di alveo a fondo mobile", con un accenno ad un andamento a meandri.

La morfologia fluviale nella parte medio-alta è fortemente condizionata dalla presenza di faglie, su cui sono impostate le principali aste fluviali, e del loro intersecarsi, fino a formare, anche in questo caso, un'andamento meandriforme dell'alveo.

L'insieme dei caratteri geomorfici dei bacini vicini indica che l'areale del bacino si trova in una fase di erosione iniziata in tempi relativamente recenti e non ancora conclusa, in

cui la morfologia precedente è ancora conservata su vaste aree. Tale fase si trova in un momento più avanzato nei bacini con substrati meno permeabili, mentre invece risulta ritardata in quelli carsici, più conservativi e meglio organizzati.

Il ringiovanimento delle aste fluviali è più accentuato quindi ove affiorano rocce metamorfiche, segnatamente Scisti di Gorra e Formazione di Eze molto alterati, mentre nei terreni carbonatici questa azione è molto rallentata per la presenza di un carsismo ipogeo molto attivo. La zona a porfiroidi, più in quota, risente anch'essa, ma in modo minore di questo ringiovanimento che, in fine, porta ad un'opera di erosione abbastanza accentuata.

Con gli ultimi eventi alluvionali del Dicembre 2000 si è avuta un'erosione di 80-120 cm di profondità che ha inciso l'alveo per tutta la sua lunghezza, portando alla luce tracce del precedente paleoalveo e causando una serie di frane per erosione al piede del versante.

La complessità dello sviluppo della rete idrografica viene caratterizzata attraverso la gerarchizzazione del reticolo che permette di definire l'ordine del bacino, ossia l'ordine dell'asta fluviale terminale. La classificazione del reticolo idrografico è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton Strahler.

Tale gerarchizzazione procede attribuendo un numero d'ordine crescente con l'importanza della ramificazione. Ovvero si attribuisce ordine 1 alle aste che non nascono da precedenti confluenze e si procede come segue:

- un'asta che non nasce dalla confluenza di altre due è di primo ordine;
- un'asta di ordine n e un'asta di ordine $(n-1)$ congiungendosi danno origine ad un'asta di ordine n ;
- due aste di ordine n congiungendosi danno origine ad un'asta di ordine $(n+1)$.

Nel caso in esame la gerarchizzazione stata condotta sulla base del reticolo idrografico fornito da Provincia e Regione opportunamente revisionato e corretto sulla CTR alla scala 1:10.000.

In base alla gerarchizzazione del reticolo secondo Strahler l'ordine gerarchico dei corsi d'acqua principali del bacino risulta:

Torrente Bottassano: *ordine 4*
Rio Cuneo: *ordine 3*
Rio Corlando: *ordine 3*

Per i tributari di quelli sopraelencati si vedano le tavole relative alla Carta idrogeologica dove il reticolo gerarchizzato viene riportato in colori corrispondenti all'ordine gerarchico secondo legenda.

2.3.2.1 Reticolo idrografico principale

La Carta del Reticolo Idrografico Principale rappresenta i corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Savona (fonte: D.R. 11/07/1941 e D.P.R. 30/06/1954) e i corsi d'acqua demaniali (fonte: Regione Liguria - Cartografia Catastale 1:5000).

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
bacino: BOTTASSANO

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.

2.3.3 Acclività

La carta dell'acclività ricavata per via informatica, è stata acquisita dalla Regione Liguria tramite la Provincia di Savona.

Il procedimento seguito ha impiegato il modello digitale del terreno, con maglia 20 x 40 m.

Il grid di campionamento utilizzato è di 10 x 10 m tramite il software Terrain Analyst di Intergraph.

Dopo l'elaborazione sono stati eliminati i poligoni elementari aventi un'area minore di 50 m² al di sotto della tolleranza accettabile con maglia di tale ampiezza.

Il bacino è stato suddiviso nelle seguenti classi di attività:

- | | |
|----|---------|
| 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 morfologici, in area urbana e lungo gli alvei nelle zone di alluvione. Nella parte alta del bacino le classi 1 e 2 sono rappresentate piccole aree sub-pianeggianti lungo i crinali (sella di Bardino Vecchio, di Soria, di Gorra e di Bracciale), o nella zona di affioramento della Pietra di Finale e Verezzi.

Le zone più acclivi sono presenti nelle parti alte dei sottobacini ed in corrispondenza dei versanti scoscesi in rocce calcaree.

L'acclività è uno dei fattori utilizzati per la determinazione della suscettività al dissesto. I dati relativi sono riportati al capitolo 3 unitamente alle altre voci analizzate.

Il metodo utilizzato e la restituzione dati per linee sub-verticali non consente di mettere in evidenza marcati salti di pendenza con andamento ad esse ortogonale, né piccoli ambienti che invece possono essere significativi.

2.3.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

Le caratteristiche di un ammasso roccioso dipendono dal litotipo, dallo sua tettonizzazione e alterazione.

Nel bacino affiorano molti litotipi con una genesi e una storia geologica molto diverse tra loro.

Si va da rocce appartenenti al Tegumento permo-carbonifero (con le serie sedimentarie e vulcaniche), alle Coperture meso-cenozoiche, sino alle coperture sedimentarie pre-quadernarie.

La complessità dei rapporti tettonici tra le varie Unità, le varie formazioni o all'interno delle stesse la grande variabilità di esposizione agli agenti atmosferici e gli stessi interventi antropici hanno comportato, soprattutto in quei litotipi con una grande estensione areale di

affioramento, differenze anche evidenti nello stato di conservazione della medesima roccia appartenente alla stessa formazione.

Si è quindi reso inevitabile operare la suddivisione in classi dello stato della roccia non su una base litologica o formazionale ma raggruppando ammassi rocciosi con caratteristiche di conservazione, alterazione, fratturazione e giaciture simili.

Le rocce sono state suddivise nelle quattro classi che vengono cartografate sulla carta geomorfologica:

- *RO*: roccia subaffiorante con caratteristiche strutturali e tessiture non rilevabili, che corrisponde a quasi tutto l'affioramento carbonatico;
- *R*: roccia in buone condizioni di conservazione e/o disposizione favorevole delle strutture rispetto al pendio, corrispondente alle zone pianeggianti in affioramento calcareo;
- *RS*: roccia in buone condizioni con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio, che corrisponde ai limiti esterni dei massicci carbonatici, con gradini morfologici abbastanza accentuati;
- *RF*: roccia in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata, corrispondente alle quarziti e alle rocce metamorfiche del tegumento brianzone.

2.3.5 Caratterizzazione delle coperture

La maggior parte del territorio è interessato da roccia affiorante o subaffiorante al di sotto di 1 m di copertura in materiale sciolto.

La roccia è stata cartografata in base allo stato di conservazione come specificato al paragrafo precedente.

Le coltri eluvio-colluviali hanno spessore generalmente modesto (fino a 3 m) con larghi tratti di roccia affiorante o con litosuoli decimetrici e sono ampiamente diffuse lungo i versanti, nelle aree boscate, nei tratti sistemati a fasce e coltivati, ed in tutte le aree in cui la morfologia e l'acclività consentono di trattenere una sia pur sottile copertura.

Negli ambiti di versante è infatti molto diffusa la situazione in cui il substrato roccioso appare alternatamente affiorante e subaffiorante, in particolare nelle zone degli spartiacque orografici, in corrispondenza delle dorsali morfologiche, nelle zone più acclivi e nei solchi d'erosione dei rii.

Pertanto le coperture sottili non vengono distinte dal substrato roccioso per difficoltà oggettive legate alla loro distribuzione in relazione alla scala di restituzione grafica, ma soprattutto perché caratterizzare le coltri con tanto dettaglio non diviene significativo ai fini della definizione della suscettività.

Per una migliore definizione dei temi legati alle elaborazioni successive si è ritenuto di accorpare roccia affiorante e subaffiorante e di cartografare le coltri di potenza superiore ai 3 m sia sulla Carta Geolitologica che sulla Carta Geomorfologica.

In assenza di dati sulla caratterizzazione geotecnica dei materiali non è stato possibile operare una distinzione certa in base alla granulometria.

In generale si osserva che sui substrati calcarei predominano le "terre rosse" che, nelle zone meno acclivi, o anche lungo i versanti del tratto di valle incassata possono anche raggiungere, mescolate ai detriti di pendio, 10-30 m. di potenza.

I terreni, composizionalmente eterogenei, hanno comunque scheletro abbondante ad elevata pietrosità, con frammenti litici a spigoli vivi di varia dimensione in una matrice da limo argillosa anche sensibile.

I suoli su substrato permocarbonifero (riferibili nel loro complesso genetico ad un vasto affioramento zonale di rocce metamorfiche "acide") si presentano molto simili tra loro, poco profondi, con tessitura prevalentemente sabbiosa con presenza sensibile delle frazioni limose e argillose; lo scheletro è sempre consistente con pietrosità elevata.

Suoli sabbiosi, generalmente sottili, sono impostati sulle quarziti.

Le coperture più potenti sono molto diffuse nella parte medio-alta del bacino, caratterizzando zone ad alta franosità.

La carta geomorfologica riporta altresì le coperture originate da movimenti franosi, con l'indicazione relativa allo stato di attività.

Poiché viene presentata una tavola separata denominata Carta della Franosità Reale contenente maggiori informazioni, si rinvia la trattazione al paragrafo successivo.

2.3.6 Frane attive e franosità diffusa

I movimenti franosi vengono cartografati su un livello apposito della Carta Geomorfologica che ne riporta il simbolo o la perimetrazione, a seconda delle dimensioni della frana, nonché un riferimento in base allo stato di attività.

Il livello corrispondente viene utilizzato, con l'aggiunta di ulteriori informazioni sulla natura del dissesto per la redazione della carta della Franosità Reale, che contiene per ciascuno di questi tutte le informazioni previste dalle specifiche regionali.

Le schede delle frane censite sul bacino in esame, e rappresentate nella Carta Geomorfologica e della Franosità Reale, sono state prodotte con gli atti oggetto dell'iter di approvazione.

Per ciascun dissesto individuato è stata compilata una scheda secondo il modello riferito alla nota della regione Liguria prot. 114669/1965, recante in allegato l'ubicazione su stralcio C.T.R. in sc. 1:5000 ed una ripresa fotografica.

Le frane sono state cartografate mediante rilevamento diretto sul terreno aggiornato al dicembre 2000.

Alcuni dati sono stati ricavati da studi di pianificazione a scala comunale e controllati sul terreno.

Sono state inoltre censite zone non interessate da movimenti franosi in senso stretto, ma anche le aree soggette ad erosione ed i fronti di cava abbandonati con potenziali problemi di stabilità.

Sulla carta della franosità reale vengono indicati anche cave, riporti artificiali e discariche, trattati ai paragrafi successivi.

Gli eventi meteorologici dell'autunno 2000 hanno consentito di verificare sperimentalmente alcuni aspetti relativi all'equilibrio di scarpate giudicate potenzialmente instabili durante i rilevamenti sul terreno della primavera precedente ed hanno indicato nuove aree da considerarsi potenzialmente instabili, come quelle caratterizzate dalla presenza di detriti di pendio con terre rosse, a debole cementazione calcarea, le quali, soggette a

precipitazioni elevate e persistenti, tendono a perdere la loro coesione, come verificatosi nel tratto in cui il Bottassano attraversa il complesso carbonatico.

Le zone a maggiore franosità sono quelle sul versante di Bardino Vecchio, Rio Cuneo, la conca di Olle, la conca di Gorra fino alla zona del Bracciale, tutte praticamente su terreni metamorfici.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate due frane puntuali nel Comune di Finale L. in loc. Rio Bottassano.

Inoltre a seguito di colloqui e sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 con i responsabili degli uffici tecnici dei Comuni ricadenti nel Bacino del Bottassano, si sono rilevate le seguenti frane attive cartografabili (vedi schede frane): una in Comune di Borgio Verezzi; una in Comune di Tovo S. Giacomo.

2.3.7 Alluvioni e terrazzi fluviali

Per quanto riguarda la rappresentazione delle alluvioni sulla cartografia del piano di bacino, sono considerati come alluvioni attuali, a granulometria prevalentemente sabbiosa, i depositi alluvionali più giovani della piana e quelli di fondovalle, nonché quelli accomunabili alle attuali per morfologia e grado di costipamento.

Questi vengono cartografati sotto la sigla "am" che richiama le alluvioni mobili, per mantenere la rispondenza alla legenda standard. Si sottolinea che la parte mobile di tali depositi è limitata di fatto all'alveo attivo ed ai depositi di spiaggia, in quanto gli interventi antropici di arginatura, regimazione e l'urbanizzazione in genere rendono non rispondente alla definizione di "alluvioni mobili" la maggior parte delle alluvioni attuali.

A monte della fascia costiera, alle falde del M. Grosso, in sponda destra, è presente un orizzonte attribuibile alle "alluvioni antiche" ferrettizzate, a grossi elementi quarziticci discretamente cementati, cartografati con la sigla "aa".

A quote diverse sono presenti anche alcuni terrazzi marini, quali quello dell'Acquedotto (q. 40-50) quello di Verezzi (q. 200-230), quello ad Ovest di Torre di Bastia (q. 267).

Terrazzi fluviali sono a valle delle alluvioni antiche di M. Grosso e lungo il corso del Bottassano su entrambe le sponde, a nord della gola e fin oltre la Villa dei Frati. Dove si hanno depositi alluvionali terrazzati recenti a granulometria prevalentemente ghiaiosa.

2.3.8 Aree in erosione

Le forme di erosione cartografate sono quelle dovute alle acque superficiali ruscellanti od incanalate.

Il ruscellamento diffuso è associato al colamento di materiale detritico per un tratto del versante. Il fenomeno, favorito dalla denudazione del terreno, dagli incendi e dalla deforestazione, comporta la formazione di colate di detrito (debris flow) che destabilizzano il versante e contribuiscono al trasporto solido del torrente Bottassano con ulteriori conseguenze sull'erosione e sulle esondazioni a valle.

Le forme di erosione ad opera delle acque incanalate agiscono con gradi di intensità ed aspetti diversi nel caso dei corsi d'acqua minori e di quelli maggiori.

I corsi d'acqua di basso ordine gerarchico scorrono lungo i versanti a pendenza elevata e tendono ad approfondire i loro alvei. Il fenomeno si verifica talora in maniera molto marcata, sia per le condizioni di conservazione del substrato roccioso, e - probabilmente - e anche per effetto della neotettonica.

Tutti i corsi d'acqua minori nella parte alta - meno nella parte mediana ed in quella più bassa - operano un'erosione concentrata di fondo. Alcuni di essi, come il rio a monte dell'Autostrada, in sponda sinistra, per il fatto che inizia da un grosso accumulo artificiale, ha un rilevantissimo trasporto solido.

Anche il corso d'acqua di ordine più elevato nella parte alta del bacino è in erosione per quanto riguarda il fondo alveo.

Fenomeni di erosione laterale delle sponde si rilevano talora lungo l'asta principale del Bottassano, segnatamente a monte della Z.I. di Borgio fino all'Autostrada e a monte delle briglie fino al rio Bergalla.

2.3.9 Aree carsiche

Gli affioramenti soggetti all'erosione carsica presenti nel bacino appartengono a più formazioni calcaree, come detto sopra. Tutta la zona dell'altopiano costituito dalla Pietra di Finale e di Verezzi, trasgressive sulle dolomie e calcari dolomitici, è caratterizzata da un "paesaggio carsico"; tale contesto è stato perimetrato come area carsica ai sensi della L.R.3/04/90 n.14 dalla Regione Liguria con delibera n°665 del 29.03.94.

Le forme carsiche ipogee che influenzano la circolazione idrica sono legate alla rete di fratture che caratterizza le rocce calcaree.

Vengono cartografate tutte le grotte note censite dal Gruppo Speleologico Savonese, tratte da carte in scala 1/50.000, quindi relativamente poco precise.

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni permeabili per carsismo, in base alle specifiche regionali sono state cartografate come una forma particolare di permeabilità per fratturazione (pfc), in quanto è noto che la permeabilità per fratturazione (pf) e la permeabilità per carsismo possono variare di diversi ordini di grandezza.

Nella parte orientale del bacino, soprattutto dove affiorano i Calcari Miocenici della Pietra di Finale/Verezzi, esistono anche grandi forme carsiche epigee, come valli fossili e relative doline, capaci di raccogliere grandi quantità d'acqua,.

2.3.10 Cave

Le cave vengono cartografate sia sulla Carta Geomorfologica che sulla Carta della Franosità Reale.

Le cave dismesse interessano fronti in roccia calcarea, la cui stabilità non viene in alcun modo monitorata.

Non vi sono cave attive nel territorio del bacino del Bottassano, ad eccezione della cava Ghigliazza della Caprazoppa (inerti). Altre cave sono state chiuse recentemente (cava del Colle di Verezzi). Molte cave dismesse di Pietra di Verezzi contornano la collina Gallinari ed una abbastanza ampia si trova sul versante Ovest della valle sospesa del rio Fine.

Una cava dismessa di inerti si trova sul M.Grosso in loc. Zerbetti.

Ai fini del rischio geomorfologico viene comunque attribuita alle aree di cava una classe di suscettività alta, soprattutto perché attualmente non è previsto alcun controllo qualificato sullo stato dei luoghi, contrariamente a quanto avviene per i complessi estrattivi in esercizio, per i quali i gestori devono ottemperare alle norme vigenti in materia di coltivazione e sicurezza. Il controllo sui relativi adempimenti è esercitato dalla Regione Liguria.

2.3.11 Discariche e riporti

La Carta Geomorfologica e la Carta della Franosità Reale riportano tra gli interventi antropici anche le discariche e gli altri riporti significativi.

I riempimenti artificiale più importanti sono rappresentati dai siti che hanno ricevuto il materiale dei trafori dell'Autostrada dei Fiori e che si trovano in quota sugli opposti versanti del Bottassano. Non meno importanti sono ancora i riempimenti artificiali che si trovano in sponda destra, sul fondovalle, uno tra il canile e il campeggio, contenuto da un alto muro di recente costruzione; un secondo a valle dell'Autostrada fino al rio Zerbetti.

Vi sono ancora alcune ex discariche R.S.U., una del comune di Borgio, in fondovalle (anni 60-70), che prosegue dal rio Zerbetti verso mare; una seconda in quota (q. 200) alle falde del M. Grosso in loc. Zerbetti. In quest'ultima vennero anche immessi rifiuti tossici e nocivi fino agli anni '70.

Una discariche di rifiuti speciali venne realizzata negli anni '80 dal Comune di Tovo nell'alveo del rio Terre Rosse.

Analogamente a quanto avviene per le cave, la Carta della suscettività al dissesto le riporta i riempimenti artificiali con una perimetrazione distinta dalle aree con vario grado di suscettività, secondo specifiche tecniche.

Ai fini del rischio geomorfologico viene comunque attribuita a tali aree una classe di suscettività, in modo da ottenere un corrispondente grado di rischio.

Nel caso in esame la suscettività viene considerata *alta*.

2.4 Idrogeologia

La Carta idrogeologica deriva dalla Carta Geologica per attribuzione dei vari tipi di permeabilità alle formazioni rocciose ed alluvionali.

Ai riporti antropici, alle coperture detritiche, ai depositi quaternari delle terre rosse, alle alluvioni attuali e recenti - di ciascuna delle tipologie cartografate - corrisponde *permeabilità per porosità*.

Alle Dolomie di S. Pietro dei Monti., ai calcari di Val Tanarello ed alla Pietra di Finalee alla Pietra di Verezzi, viene assegnata una permeabilità *per fratturazione e carsismo*.

E' noto, e si è detto a proposito delle forme carsiche, che le formazioni permeabili per carsismo presentano alla scala dell'affioramento permeabilità ben più elevate di quelle delle rocce permeabili per fratturazione, per cui si è ritenuto di riportare tale suddivisione anche nella cartografia.

Alle quarziti, alla Formazione di Eze, al complesso basale della P. Finale viene assegnata una permeabilità *per fratturazione*.

Sono riconosciuti come *semipermeabili* le alluvioni antiche a matrice argillosa, le marne del complesso basale della P. Finale, e gli accumuli detritici da rocce metamorfiche, che si trovano nella parte medio-alta del bacino.

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
bacino: BOTTASSANO

Come impermeabili vengono considerati gli scisti metamorfici appartenenti alla formazione degli Scisti di Gorra ed anche quelli dei Porfiroidi del Melogno.

Ai fini della elaborazione della Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti è stato dato risalto al contrasto di permeabilità fra coperture e substrato, tenuto conto anche dell'acclività del versante.

La Carta idrogeologica riporta anche i pozzi ad uso potabile la cui ubicazione è stata fornita dal Comune di Borgio e dalla Provincia di Savona, distribuiti per la maggior parte nella piana alluvionale, e le sorgenti.

La caratterizzazione idrogeologica del territorio dipende da molteplici fattori, sinteticamente:

- estensione e morfologia del bacino idrografico
- distribuzione areale delle litofacies, loro natura e assetto geologico strutturale della zona, che definiscono la struttura idrogeologica nel suo insieme.
- geometria ed estensione degli acquiferi e loro reciproci rapporti
- permeabilità dei complessi idrogeologici con presenza di una zona "carsica"
- modalità di alimentazione, scorrimento, accumulo delle precipitazioni e rapporti con le rete idrografica e con la tettonica.

Negli ammassi rocciosi, in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi, la circolazione idrica sotterranea si svolge in prevalenza nelle rocce carbonatiche carsificate e, in misura minore in quelle fratturate.

Gli acquiferi sono complessi e discontinui, e condizionati fortemente dalle variazioni di facies litologica e dalla tettonica, con prevalenza di meccanismi di circolazione profonda: le sorgenti sono per lo più individuate al limite tra gli acquiferi carsificati e il substrato scistoso.

Nella piana alluvionale ha sede una discreta falda di subalveo, alimentata dal Torrente Bottassano, che costituisce la risorsa idrica più importante della valle. Si tratta di una struttura idrogeologica del tipo "multifalda", ma con rapporti diretti tra falda e sistema fluviale.

L'alimentazione è garantita dai processi di dispersione in alveo e in parte da ricariche provenienti essenzialmente dal substrato calcareo carsificato e dalle zone fagliate. L'acquifero alluvionale è caratterizzato da terreni a granulometria ghiaioso sabbioso-limosa in lenti e strati sovrapposti, con variazioni laterali e verticali legate ai fenomeni di deposizione fluviale, con orizzonti a diversa permeabilità.

L'acquifero principale si sviluppa seguendo preferenzialmente il corso del T. Bottassano ed è delimitato lateralmente dal bed-rock (nel suo tratto pedemontano) e da argille impermeabili nella zona di valle. La falda allo sbocco nella piana litoranea assume una classica forma a ventaglio ad apice verso monte.

Gli strati più profondi risultano in genere grossolani ad alta permeabilità, mentre gli orizzonti più superficiali presentano terreni con lenti sabbiose ghiaiose e frequenti sacche e strati di limi argille a testimonianza dei fenomeni di straripamento ed impaludamento della piana; verso la linea di costa le alluvioni vengono interdigitarsi con i depositi sabbiosi di spiaggia.

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
bacino: BOTTASSANO

Lo spessore del materasso alluvionale risulta abbastanza variabile ed è certamente superiore ai 40 m nei pressi del "Ponte romano" del Cimitero di Borgio, dove esistono alcuni pozzi di acqua potabile del comune di Borgio.

La tavola d'acqua si trova, in tutta l'area studiata, a bassa profondità, mediamente tra -15 m e 0 m s.l.m., e l'escursione (tra periodi di magra e di piena) è dell'ordine di qualche metro, valore che va attenuandosi verso la costa per l'effetto dinamico del cuneo salino.

La fascia litoranea è interessata dall'acquifero costiero ed è influenzata in modo più o meno uniforme dalla presenza del cuneo salino. Il limite tra le acque dolci e salmastre varia stagionalmente ed è fortemente influenzato dagli emungimenti più prossimi alla linea di costa.

La falda contenuta nel materasso alluvionale presenta un diverso grado di protezione dagli inquinamenti: relativamente basso per la falda più superficiale, dati i rapporti di intercomunicazione tra le acque sotterranee e quelle dei corsi d'acqua; più che discreto per l'acquifero profondo (intorno ai 30-45 m e più) in condizioni di sub-artesianità, con alimentazione non secondaria anche dal substrato e con orizzonti di copertura di materiali fini scarsamente permeabili dotati di buona continuità laterale.

Una valutazione complessiva della vulnerabilità dell'acquifero produttivo, nell'ambito della falda di subalveo, deve necessariamente riferirsi all'intero bacino idrogeologico alluvionale, tenendo sotto controllo, in primo luogo, la qualità dell'acqua del torrente (sia in relazione a fonti di inquinamento sistematico, sia occasionale) e le zone di ricarica della falda direttamente dal bed-rock. Gli acquiferi carsici o comunque legati alla fratturazione degli ammassi rocciosi risultano dal punto di vista idrogeologico (in termini di vulnerabilità) esposti al rischio di inquinamento; le aree di maggiore alimentazione ricadono per lo più in ambiti montani a bassa antropizzazione (altopiano della Pietra di Finale), scarsamente accessibili; si può quindi ragionevolmente ritenere che gli acquiferi stessi si trovino in un contesto abbastanza protetto, una volta eliminato l'impianto di trattamento dei rifiuti tossici-nocivi in loc. Zerbetti.

Unitamente ai caratteri idrogeologici viene riportato sulla medesima Carta il reticolo idrografico gerarchizzato.

L'attribuzione dell'ordine gerarchico ha richiesto la revisione del reticolo precedentemente fornito dalla Committenza.

Si è proceduto secondo la metodologia proposta da Horton Strahler come specificato al § 2.3.2, mediante la quale si attribuiscono ordini da 1, per i rii minori a 4 per il Bottassano.

Per i corsi d'acqua di ordine inferiore si vedano le tavole relative alla Carta Idrogeologica dove il reticolo gerarchizzato viene riportato in colori corrispondenti all'ordine gerarchico secondo legenda.

2.5 Uso del Suolo

La legenda relativa alla Carta di Copertura e d'Uso del Suolo fa riferimento a quanto contenuto nelle 'Raccomandazioni' del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, approvati nella seduta dell'8 novembre 1996, nell'ambito dei Criteri per la redazione dei Piani di Bacino. Più precisamente tale legenda riprende le classi previste dal Progetto Comunitario Corine - Land-Cover, raggruppando alcune voci ritenute

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
bacino: BOTTASSANO

essenzialmente uniformi ai fini delle esigenze del piano di bacino, secondo quanto di seguito riportato.

1. TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE
 - 1.1 ZONE URBANIZZATE
 - 1.1.1 tessuto urbano continuo
 - 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
 - 1.2 ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE
 - 1.2.1 aree industriali o commerciali
 - 1.2.2 reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
 - 1.2.3 aree portuali
 - 1.2.4 aeroporti
 - 1.3 AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE
 - 1.3.1 aree estrattive
 - 1.3.2 discariche
 - 1.4 ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE
 - 1.4.1 aree verdi urbane
 - 1.4.2 aree sportive e ricreative
2. TERRITORI AGRICOLI
 - 2.1 SEMINATIVI
 - 2.1.1 seminativi in aree non irrigue
 - 2.1.2 seminativi in aree irrigue
 - 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture orto-floricole in piena aria
T = terrazzati
 - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture orto-floricole in serra
T = terrazzati
 - 2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE
 - 2.2.1 vigneti
T = terrazzati
 - 2.2.2 frutteti
T = terrazzati
 - 2.2.3 oliveti
T = terrazzati
 - 2.3 PRATI E PASCOLI
 - 2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE
 - 2.5 EX COLTIVI
3. TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI
 - 3.1 PRATERIE
ZONE BOSCAE
 - 3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA
 - 3.4 ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE
 - 3.4.1 spiagge, dune
 - 3.4.2 rocce nude
 - 3.4.3 aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritiche)
 - 3.4.4 aree percorse da incendi inf. a 2 anni
4. ZONE UMIDE
 - 4.1 ZONE UMIDE INTERNE
5. CORPI IDRICI

5.1 ACQUE CONTINENTALI

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

5.1.2 bacini d'acqua

5.2 ACQUE MARITTIME

In ordine alle definizioni e specificazioni riguardanti la legenda sopra riportata, si precisa che ci si è attenuti a quanto indicato nelle "Raccomandazioni" del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino di cui sopra, apportando però le seguenti integrazioni:

Zone agricole eterogenee

Mancando adeguate definizioni e specificazioni, sono state inserite in questa classe le situazioni in cui è presente un mosaico a maglia fine di poligoni, non cartografabili singolarmente alla scala richiesta, riconducibili a tutte le classi relative ai territori agricoli della legenda stessa, ivi compresi gli ex coltivi (codice 2.5), gli arbusteti ormai affermati (codice 3.3) ed il tessuto urbano discontinuo (codice 1.1.2).

Spiagge

Le spiagge vengono considerate come aree sportive e ricreative (codice 1.4.2).

2.6 Descrizione della rete idrografica

La rete idrografica del Torrente Bottassano e dei corsi d'acqua minori scolanti direttamente a mare è stata descritta nei capitoli precedenti sotto l'aspetto geomorfologico ed idrogeologico e viene ripresa in relazione agli aspetti idraulici nei capitoli che seguono.

Negli allegati idraulici viene inoltre prodotta ampia documentazione cartografica e fotografica delle situazioni più significative.

2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale

Il sopralluogo del tratto terminale del Torrente Bottassano è stato compiuto dal CIMA nel luglio 2000 in modo speditivo. Tale rilievo interessa il tratto di Torrente compreso nel territorio di Borgio Verezzi, dallo sbocco a mare fino a 500 metri circa più a monte, in prossimità del ponte di Via Pian Dei Rossi. Un successivo rilievo speditivo è stato eseguito nell'ottobre 2000 nella zona a monte fino a circa 800 m più a monte del suddetto ponte-

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
bacino: BOTTASSANO



Foto 2.6.1.1: Torrente Bottassano – Ponte di Via Pian Dei Rossi

Proseguendo dalla sezione in prossimità del suddetto ponte verso valle, si nota la presenza, in sponda destra, di un muro d'argine d'altezza media pari a circa 4.50 m. In sponda sinistra invece, l'argine presenta altezza di circa 2.20m da fondo alveo, ma non è presente nessuna protezione oltre quella naturale. La sezione in esame ha una larghezza di circa 8m, mentre 50 m più a valle l'alveo si allarga a 10 m.

Circa 100 metri più a valle, si incontra il ponte posto in prossimità dell'incrocio con Via Bottassano (Foto 2.6.1.2), avente campata di larghezza pari a 8 metri e luce libera a centro alveo di circa 4m.



Foto 2.6.1.2: Torrente Bottassano – Ponte all'incrocio di Via Bottassano – vista da monte

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
bacino: BOTTASSANO



Foto 2.6.1.3: Torrente Bottassano – Ponte all'incrocio di Via Bottassano – vista da valle

Proseguendo verso valle, dopo circa 50 m il Torrente percorre una curva a gomito verso destra, ed incontra una passerella pedonale privata avente larghezza pari a circa 10m ed una luce libera di circa 2m.



Foto 2.6.1.4: Torrente Bottassano – Passerella pedonale privata – vista da monte

Il Torrente poi compie una curva ad ampio raggio verso sinistra, alla fine della quale è situato un ponte poggiate su una pila in alveo (Foto 2.6.1.5). Suddetto ponte presenta larghezza pari a circa 8.5 m, mentre la pila ha uno spessore di circa 0.30 m, a circa 2 m dall'argine sinistro.

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
bacino: BOTTASSANO



Foto 2.6.1.5: Torrente Bottassano: Ponte tra la Passerella pedonale e Via IV Novembre



Foto 2.6.1.6: Torrente Bottassano – Ponte di Via IV Novembre - vista da monte

Circa 40 m più a valle, si incontra il ponte di Via IV Novembre (Foto 2.6.1.6) avente larghezza pari a circa 14m ed altezza dell'intradosso da fondo alveo di circa 2.50m. Esso presenta una pila centrale, posizionata in alveo, di spessore pari a 0.80m.

L'alveo quindi subisce un restringimento dovuto ad una strada che scende in alveo dall'argine sinistro, costeggiando il torrente fino alla spiaggia. Lungo questo tratto si nota che in sponda destra è presente un muro d'argine di altezza media pari a 4.5m, mentre in sponda sinistra esso è praticamente inesistente (come si può notare dalla Foto 2.6.1.7), ed il pian terreno delle abitazioni da questo lato si trova rialzato rispetto al fondo dell'alveo di circa 1 m.

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
bacino: BOTTASSANO



Foto 2.6.1.7: Torrente Bottassano – particolare degli argini in sponda destra e sinistra; si noti la differenza di livello degli stessi.

Nel tratto che va da Via IV Novembre alla foce, il Torrente è attraversato da tre ponti distanti tra loro circa 3 metri. Il primo che si incontra da monte ha una larghezza di circa 10m, una profondità di circa 6m ed un'altezza dell'intradosso di circa 2 metri; la sezione del ponte in esame è rettangolare.

Il secondo ponte (Ponte ex linea ferroviaria), presenta una campata di larghezza pari a circa 7.50m, profondità di circa 5 m ed altezze delle spalle e della luce libera a centro alveo rispettivamente pari a 1.5 m e 2.20 m circa.

L'ultimo ponte prima dello sbocco a mare è quello dell'Aurelia: esso presenta sezione rettangolare, larghezza pari a circa 12m, profondità 12m ed altezza dell'intradosso di circa 2m.



Foto 2.6.1.8: Torrente Bottassano – particolare dei tre ponti tra Via IV Novembre e lo sbocco a mare

Lo sbocco a mare del Torrente Bottassano è situato in prossimità di una spiaggia libera che viene attraversata nel suo centro dallo stesso (Foto 2.6.1.9).

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
bacino: BOTTASSANO



Foto 2.6.1.9: Torrente Bottassano – sbocco a mare

2.6.2 Sopralluogo dell'asta secondaria

Il bacino idrografico del rio Fine, si estende per un'area di circa 1 km², nella zona centro-orientale del comune di Borgio Verezzi.

Nei pressi dello sbocco a mare, il rio scorre a fianco del sottopassaggio della via Aurelia, presso i Bagni S. Pietro.



Figura 2.6.2.1 – Rio Fine: sezione di imbocco all'attraversamento della SS Aurelia.

A monte della via Aurelia, presso il sottopassaggio, il rio scorre sotto una griglia che precede una sezione a volta (fig. 2.6.2.1).

Sulla spiaggia, la sezione allo sbocco risulta rettangolare con larghezza di 1.2 m e altezza pari a 1.5 m. La sezione è di c.a. in discrete condizioni (fig. 2.6.2.2).

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
bacino: BOTTASSANO



Figura 2.6.2.2 – Rio Fine: sezione di sbocco a mare.

Circa 100 m più a monte, si incontra l'imbocco della copertura. Esso è caratterizzato da un canale a sezione rettangolare di dimensioni di 1m x 80 cm che si immette con uno stramazzo in un tubo di calcestruzzo del diametro di 80 cm (fig. 2.6.2.3).



Figura 2.6.2.3 – Rio Fine: sezione di imbocco della copertura.

Dalle esigue dimensioni del tubo di imbocco (fig. 2.6.2.4), che risulta parzialmente ostruito dalla vegetazione e da rifiuti di vario genere, è presumibile che quest'ultimo non riesca a smaltire la corrente di piena in ingresso e che quindi si crei un rigurgito verso monte, responsabile di allagamenti delle zone circostanti.



Figura 2.6.2.4 – Rio Fine: particolare della tubazione di imbocco.

2.7 Idrologia di piena

2.7.1 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 di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio.

2.7.2 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 .

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
bacino: BOTTASSANO

*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

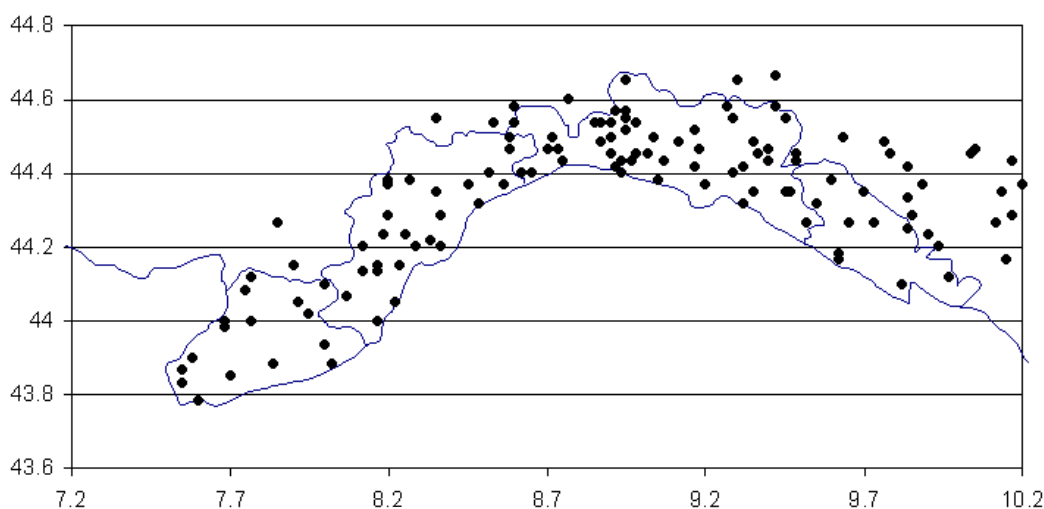
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: BOTTASSANO

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	CHIUSSOLA	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

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
bacino: BOTTASSANO

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	VALDENNA 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

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
bacino: BOTTASSANO



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.

2.7.3 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:

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

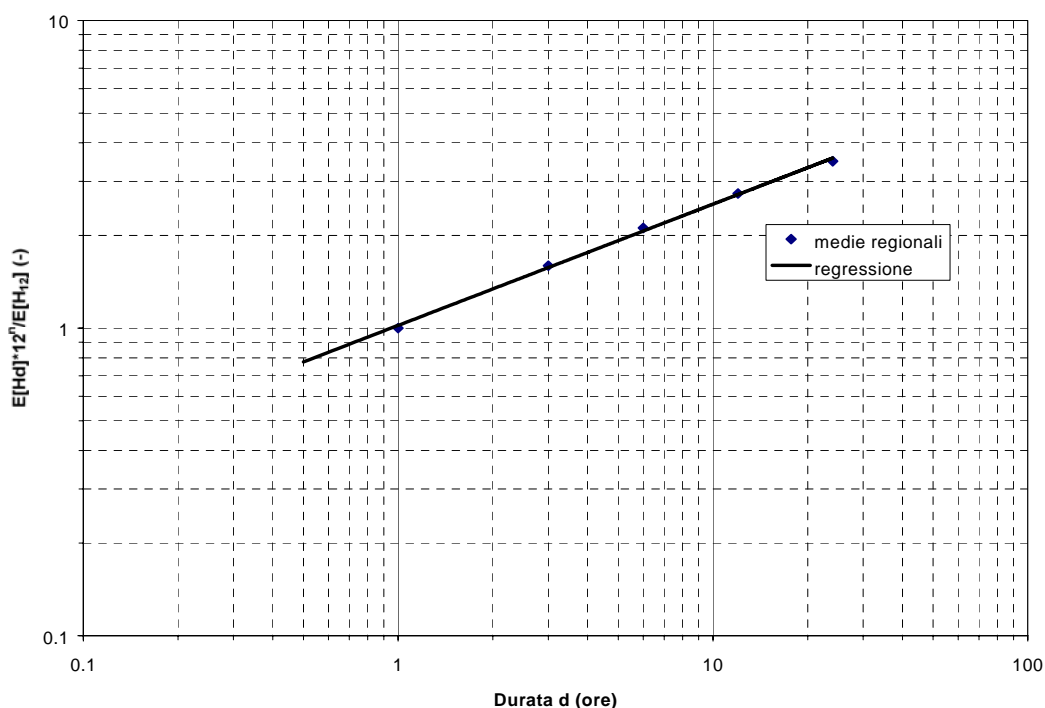
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_d] = E[H_{12}] \frac{d^n}{12}$$

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.

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
bacino: BOTTASSANO

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 Bottassano. Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

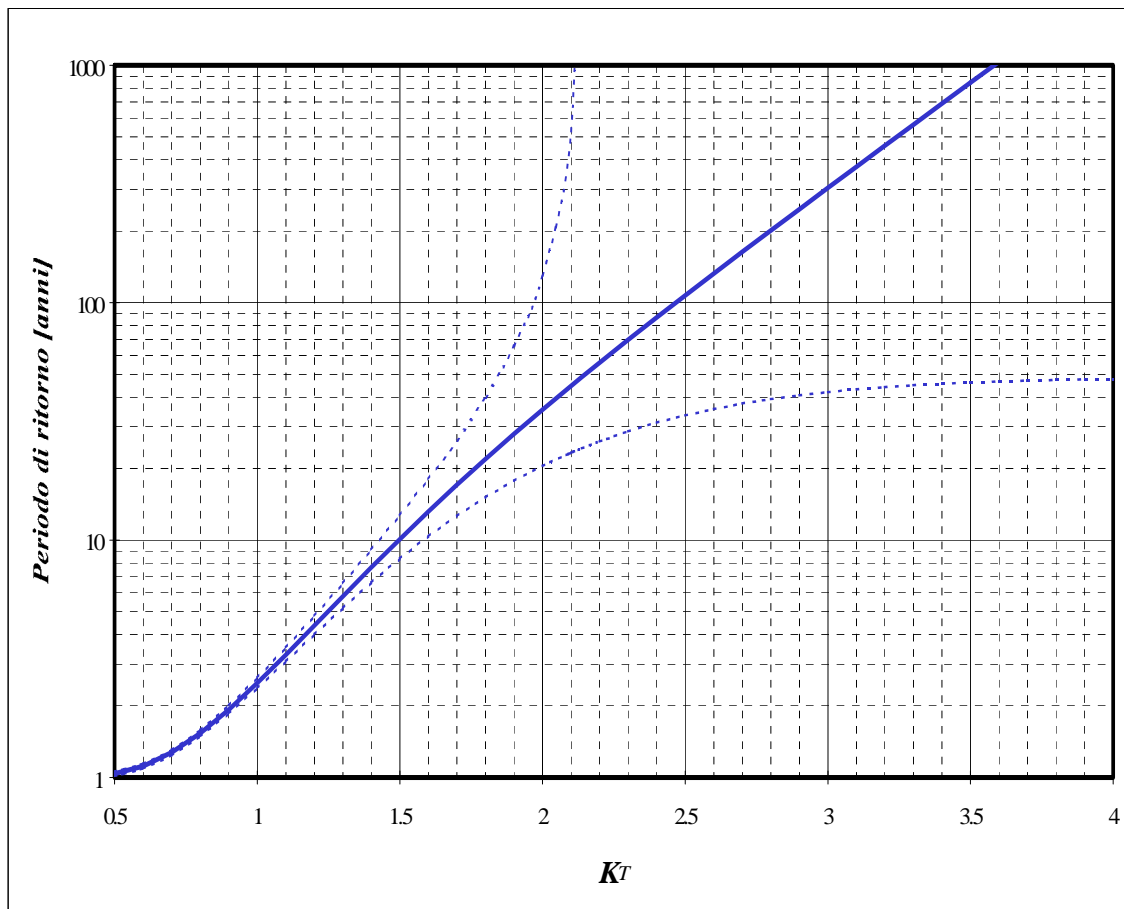
Longitudine		E[H ₁]
Gradi	primi	mm
8	15	37.8
8	17.5	38.1
8	20	38.5
8	22.5	38.9

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
bacino: BOTTASSANO

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.

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 $K_{10}=1.5$.

2.7.4 Portate di piena

2.7.4.1 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]

2.7.4.2 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

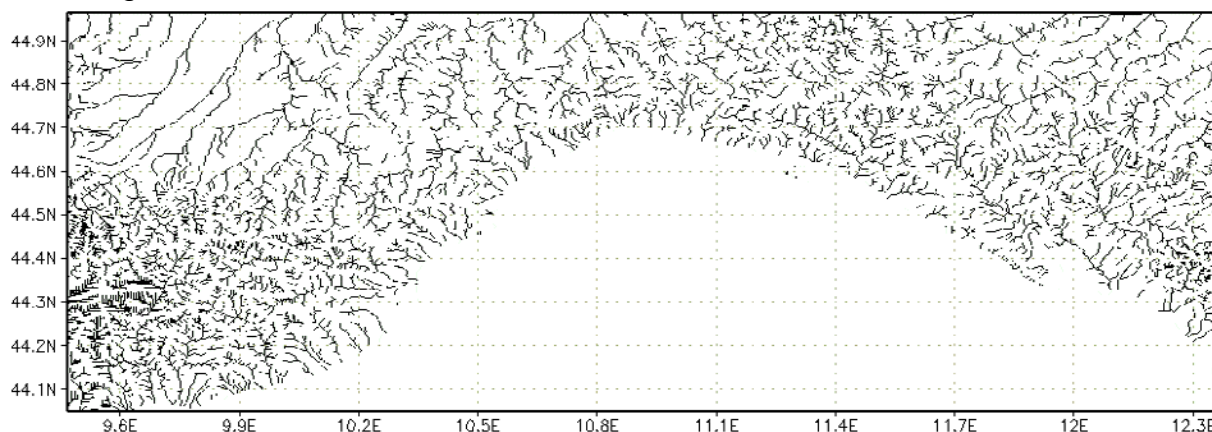
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico
bacino: BOTTASSANO

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

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
bacino: BOTTASSANO

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.

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
bacino: BOTTASSANO

2.7.4.2.1 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	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

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

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
bacino: BOTTASSANO

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
KT	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	D
8	15	6.92	5.77	4.42	3.88
8	17.5	7.01	5.85	4.48	3.93
8	20	7.1	5.93	4.54	3.98
8	22.5	7.19	6	4.59	4.03

Tabella 3: coefficiente di portata, C_Q , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.2.2 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 m³s⁻¹km⁻², e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in *Tabella 1*. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in m³s⁻¹km⁻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
KT	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.

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
bacino: BOTTASSANO

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	15	8.62	7.20	5.51	4.84
8	17.5	8.74	7.29	5.58	4.90
8	20	8.85	7.39	5.66	4.97
8	22.5	8.96	7.48	5.73	5.03

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

2.7.4.2.3 - Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

La fase di verifica della documentazione tecnica relativa ai Piani 180/98 approvati con D.C.P. 43 del 28/10/2002, svolta a seguito del parere vincolante di Regione Liguria e dell'attuazione delle linee di pianificazione previste nel piano stesso, ha determinato la necessità di riordinare la metodologia di calcolo delle portate al colmo di piena, cui fa riferimento la Normativa di Piano, in alcuni casi specifici che presentavano difformità del valore di portata rispetto alla metodologia suggerita nel piano stesso.

Si riportano di seguito i valori di portata al colmo di piena approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell'11/09/2003.

BACINI IDROGRAFICI CON FOCE AL MAR TIRRENO CON AREA TRA I 5 E 10 Km ²								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, $Q[m^3s^{-1}]$								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI $Q [m^3s^{-1}]$					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Bottassano	Mar Tirreno	7	30	80	90	110	130	160

Corso d'acqua	Superficie bacino [Km.2]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	Cq	Portata [m ³ s ⁻¹]		
					T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Bottassano	7	D	8°17'50	3.93	90	130	160

Valori di portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno per il Rio Bottassano (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

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
bacino: BOTTASSANO

2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Bottassano (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.

Torrente	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km.2]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Bottassano	64	5.8	85	120	145
Bottassano	22	7	90	130	160

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Bottassano

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 perfluviali 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.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, nell'ambito del presente piano, sulla base dei dati a disposizione, essa si ritiene costituita dalla suscettività al dissesto dei versanti, che deve essere intesa come la propensione di una determinata area all'innescio di movimenti di massa sia in relazione alle caratteristiche intrinseche dei "materiali" sia alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti morfogenetici.

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
bacino: BOTTASSANO

In realtà la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso. Quest'ultimo aspetto non può essere valutato aprioristicamente, anche attraverso sofisticati modelli di analisi territoriale, poiché dipende strettamente dalla tipologia del fenomeno e dal modello fisico e geotecnico del terreno che è possibile definire solo attraverso specifiche indagini geognostiche ed approfondimenti sul campo.

Il concetto di pericolosità geomorfologica può essere, di massima, definito come:

Pericolosità = (suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno)

Da ciò discende che mentre nelle aree ad elevata suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltreché da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto. Altro caso può essere quello di aree che si trovano ai piedi delle falesie morte che circoscrivono l'altipiano della Pietra di Finale, o ancora zone che, per interventi sul territorio, ricevono quantità d'acqua che le canalizzazioni secondarie esistenti non riescono più a contenere, e così via.

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 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del bacino del T. Bottassano è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino, senza peraltro applicare la formula suggerita per dare un peso alla litologia, perché in questo caso si produce risultati non accettabili.

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.

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
bacino: BOTTASSANO

Tematismo	Variabile	Tipo
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	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	Permeab. substrato	Principale
Carta uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale

Tab. 3.2.1.1 - Tabella riepilogativa delle variabili considerate

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.

L’attribuzione dei pesi è stata tarata sulle caratteristiche specifiche del bacino del Bottassano e rii minori.

A ciascuna variabile considerata viene attribuito un peso indicativo della relativa incidenza sulla suscettività al dissesto di versante, sulla base delle considerazioni riportate alle voci corrispondenti del capitolo 2 come da schema seguente:

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
bacino: BOTTASSANO

ACCLIV.	alluvioni	Detriti sciolti	Detriti cement	Roccia R	Roccia R0	Roccia RF	Roccia RS		
Classe 1	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0		
Classe 2	1	2	2	-1	0	0	1		
Classe 3	5	5	3	-1	0	1	2		
Classe 4	7	6	4	-1	0	2	3		
Classe 5		7	5	0	1	3	4		
Classe 6		7	5	0	1	4	5		
Classe 7			5	1	2	5	6		

LITOLOG.	scc CAP sq GRR	Sq MUR	pr EZE	po PDM qz QPN	do SPM c CVE	c Tar ma FII	cb FIN cg/br FII		
PESO	10	10	8	5	3	2	1		

IDROGEOLOGIA	Coltri su substr imperme.	Coltri su substr semip.	Coltri su substr perm.	Alluvioni					
PESO	10	8	7	0					

USO SUOLO	Aree Urb. Industr.	Pascoli Praterie Aree v.	Uliveti Vign.T. Boschi	Zone agr. Semin. Terrazzi	Ex Coltivi	Incendi	Arbusti	Rocce nude	Spiagge
PESO	0	0	-1	0	2	3	0	2	1

ELEMENTI AGGRAVANTI	Erosione concentrata	Erosione spondale	Contatti tettonici						
PESO	1	1	1						

Tab. 3.2.1.2 - Tabella riepilogativa dei pesi attribuiti

La sovrapposizione degli strati informativi determina una discretizzazione di elementi poligonali elementari ognuno dei quali è caratterizzato da un punteggio 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.

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 ciascuna di queste, 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 hanno una serie di Carte derivate ed infine si deriva una carta estremamente frammentata, in poligoni di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma di tutti i valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati, che raggiungono, nel caso, massimi di 24-25.

Si sono quindi raggruppati i poligoni, tramite la fusione e l'accorpamento, in 4 classi di suscettività: ALTA (> 18), MEDIA (12÷18), BASSA (6÷12) e MOLTO BASSA (<6).

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.

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
bacino: BOTTASSANO

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI			
			PESI
CLASSE (AA)	Pg4	MOLTO ALTA	
CLASSE A	Pg3 (Pg3a-Pg3b)	ALTA	> 18
CLASSE M	Pg2	MEDIA	12-18
CLASSE B	Pg1	BASSA	06-12
CLASSE MB	Pg0	MOLTO BASSA	<6
Per i seguenti tematismi vi è una associazione diretta a:		<small>N.B. La classe di Suscettività al dissesto elevata (Pg3) comprende: (Pg3a) aree in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi e (Pg3b) aree, in cui sono presenti indicatori indiretti valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici e di uso del suolo anche se prive al momento di movimenti gravitativi.</small>	
Frane quiescenti	Classe A		
Frane attive	Classe (AA)		
Cave e discariche attive	"speciali"		

Tab. 3.2.1.3 – Corrispondenza delle classi di suscettività con i pesi

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 mediante l'aggiornamento della legenda 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. 2.3.10 Cave e al Cap. 2.3.11 Discariche e riporti.

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 sia i pesi delle variabili considerate sia il taglio delle classi si è pervenuti ad un risultato soddisfacente e rispondente ai controlli e alle tarature eseguite sul terreno.

La fase di disegno finale dei poligoni di suscettività al dissesto è avvenuta direttamente a video e/o sulla base topografica. Si tratta quindi dell'unica fase in cui sono presenti elementi di soggettività alla quale l'operatore indica i confini di zona seguendo prevalentemente limiti di carattere fisiografico (contrafforti, crinali, alvei, cambi di uso del suolo, insediamenti, strade, etc.) o di situazioni non apprezzabili dalla carta dell'acclività in quanto riferite a tratti di valle fortemente incassata, con pareti verticali. In questa fase è altresì possibile estendere la classe di suscettività oltre ai limiti del fenomeno rilevato in funzione della sua dinamica prevedibile, offrendo una valutazione sulla pericolosità di un comparto, in ragione dell'evoluzione di fenomeni ricadenti anche entro perimetrazioni diverse.

La perimetrazione dei distretti di cava, discarica e riporti è stata mantenuta come dalle prescrizioni regionali. Nella CSDV tali tematismi risultano in classe di suscettività speciale.

Ai fini della redazione della carta del rischio geomorfologico, che presuppone incroci con definite classi di suscettività al dissesto, per cave, discariche e riporti è stata effettuata una definizione fittizia di classe. Date le caratteristiche di cave, discariche ed altri riporti presenti nel bacino, a ciascuno di questi tematismi è stata attribuita una classe di suscettività fittizia alta.

Per il commento relativo alla distribuzione areale della suscettività al dissesto sui territori del bacino si rinvia al § 3.4.2.

3.3 Problematiche di tipo idraulico

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. Una 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.

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. Bottassano	64 - 60	località Villa dei Frati (settembre 2003)
T. Bottassano	59 - 1	Da località Villa dei Frati alla foce (giugno 2003)

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

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

[m³/s]

A = area della sezione liquida

[m²]

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
bacino: BOTTASSANO

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:

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
bacino: BOTTASSANO

- 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 invarianti nel tempo.

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
bacino: BOTTASSANO

- *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. Bottassano	64 - 60	località Villa dei Frati (settembre 2003)	30	MIKE 11
T. Bottassano	59 - 1	Da località Villa dei Frati alla foce (giugno 2003)	35	HEC RAS

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

- *Condizioni al contorno*

In particolare il modello HEC-RAS integra il profilo a partire dalla condizione di monte con tirante pari al valore critico se la corrente che si instaura, per il valore di portata di deflusso impostata, si trova in condizioni di regime idraulico veloce, ovvero valore di Froude maggiore di 1. Il modello integra, invece, a partire dalle condizioni di valle pari alla condizione di deflusso critica se il regime idraulico che si instaura è lento, ovvero con numero di Froude minore di 1.

Le condizioni di regime idraulico del profilo, ovvero lento o veloce o critico, variano lungo l'asta presa in esame in accordo con le variazioni di sezioni e di portata che si impongono nel modello di calcolo.

3.3.2.4 Profili di moto permanente

T. Bottassano:

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che, per il tratto d'asta considerato, una portata avente tempo di ritorno associato pari a 50 anni provoca già sormontamenti di tutti i ponti e passerelle comprese nel tratto ad eccezione del ponte all'incrocio di Via Bottassano. Si rileva inoltre la completa inadeguatezza arginale per tutto il tratto considerato, già per eventi con periodi di ritorno bassi (<50 anni).

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.

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
bacino: BOTTASSANO

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.

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
53.5	Attraversamento senza pile in alveo	T<50
41.5	Attraversamento con una pila in alveo	T<500
20.5	Ponte Medioevale di Via Pian dei Rossi con struttura ad arco	T< 50
17.5	Ponte all'incrocio di Via Bottassano con struttura ad arco	T< 50
14.5	Passerella pedonale senza pile in alveo	T< 50
12.5	Passerella privata con una pila in alveo	T< 50
10.5	Ponte di Via IV Novembre	T< 50
6.5	Ponte a monte della ferrovia senza pile in alveo	T< 50
4.5	Ponte FF.SS. con struttura ad arco	T< 50
2.5	Ponte dell'Aurelia	T< 50

Tabella 3.3.2.5.1: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T.Bottassano

3.3.3 Fasce di inondabilità

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), sono state comunque inserite nel perimetro della fascia C della quale seguono il regime vincolistico.

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.

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.

La sua determinazione non è effettuabile allo stato attuale delle conoscenze tecniche e programmatiche e sarà effettuata in fasi successive sulla base di approfondimenti in sede di aggiornamento di Piano o in fase progettuale.

3.4 Principali criticità del bacino

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.

In seguito a successivi rilievi sul torrente, l'analisi per la determinazione delle aree inondabili è stata eseguita partendo da una zona più a monte (700 metri circa) del tratto d'asta che scorre nella zona urbanizzata, cioè quello inizialmente sottoposto a verifica. Ciò è stato fatto in quanto, una volta accertata l'insufficienza idraulica anche per portate con tempo di ritorno associato minore di cinquanta anni, è stato osservato che l'alveo a monte della zona urbanizzata ha dimensioni pressoché identiche a quelle del tratto terminale.

Le sezioni critiche, nelle quali all'aumentare della portata si verificano i primi fenomeni di sormonto, sono localizzate all'altezza dei ponti ed attraversamenti. In particolare, dall'analisi dei profili di rigurgito è stato rilevato che il ponte medievale, nei pressi del cimitero, risulta ampiamente insufficiente.

Il metodo utilizzato per la determinazione delle fasce di inondabilità evidenzia la suscettibilità alle esondazioni della parte urbanizzata sia in sponda destra sia in sinistra, dove la zona Orti verrebbe allagata già per eventi con tempi di ritorno cinquantennali. Nel tratto a monte del ponte medioevale le acque di esondazione arrivano a lambire i piedi del pendio già per eventi cinquantennali, con tiranti maggiori quanto è maggiore il tempo di ritorno associato. Eventi con tempo di accadimento maggiori di duecento anni provocherebbero esondazioni che andrebbero ad interessare anche via Valle, mentre nella zona alla foce le aree inondabili rappresentano una vasta porzione del tessuto urbano.

Un problema diffuso, infine, risulta l'incapacità di smaltimento delle acque piovane da parte delle reti fognarie: nella carta delle fasce di inondabilità è stata perimetrata un'area, già individuata nella mappatura della delibera DGR n° 2615/98, che secondo le testimonianze

dei residenti è frequentemente allagata anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente intensi. Allo stato attuale, sulla base delle informazioni raccolte nell'elaborazione del presente piano stralcio di bacino, non risulta possibile andare oltre alla segnalazione del problema, per la cui analisi specifica si rimanda a successivi stralci.

La crescente antropizzazione della parte bassa del bacino, con la corrispondente crescita di superfici impermeabilizzate, è in grado ormai di creare forti criticità a carico dei rii naturali di scolo che non sono più in grado di ricevere e smaltire quantità d'acqua sempre crescenti e in tempi sempre più ristretti. A causa di ciò essi possono dar luogo a straripamenti locali, a fortissimo trasporto solido, ed anche diventare pericolosi per gli eventuali passanti o automobilisti (ove carrabili). Si ritiene indispensabile rivedere una sistemazione degli stessi secondo una visione unitaria del versante interessato, con indicazioni sugli interventi ancora possibili nella situazione attuale e con previsioni massime di urbanizzazione ancora consentite dall'attuale territorio.

Il **concetto di criticità sotto l'aspetto idraulico** può essere inteso, per i piccoli bacini, come analisi delle situazioni attuali con particolare riferimento ai brevi ed intensi eventi di pioggia, caratteristici nel nostro territorio durante la stagione autunnale.

Tutti i rii minori all'interno di questo ambito presentano caratteristiche molto simili tra loro; infatti la loro massima estensione nella direzione perpendicolare alla costa raramente supera il chilometro, presentando però dislivelli tra la sommità del bacino e lo sbocco a mare superiore ai 400 m. Nella maggior parte dei casi la pesante urbanizzazione della fascia costiera ha relegato questi rii in tombinatura di dimensioni insufficienti e prive di opere di regimazione e di controllo del trasporto solido a monte.

Un problema diffuso, infine, risulta l'incapacità di smaltimento delle acque piovane da parte delle reti fognarie. Allo stato attuale, sulla base delle informazioni raccolte nell'elaborazione del presente piano stralcio di bacino, non risulta possibile andare oltre alla segnalazione del problema, per la cui analisi specifica si rimanda a successivi stralci.

3.4.1 Criticità puntuali

Nel presente paragrafo si analizzeranno quelle zone contenute all'interno della Carta delle aree storicamente inondate del Piano di Bacino del Torrente Carenda approvato con DCP 43/2002, per le quali in seguito al sopralluogo e ad opportune considerazioni di seguito sviluppate, è stata affrontata un'analisi idraulica puntuale, poiché uno studio idraulico di dettaglio non avrebbe fornito importanti informazioni aggiuntive.

3.4.1.1 Insufficienza urbana presso Rio Fine – tratto focivo

Il presente studio è relativo al tratto focivo del Rio Fine presso Borgio Verezzi, interessato da aree storicamente inondate attualmente mappate nel piano.

Il Rio Fine presenta caratteri di estrema singolarità nel tratto in studio, tali da richiedere una analisi basata principalmente su quanto riscontrato durante il sopralluogo.

Il Rio Fine nasce da un compluvio molto stretto tra Borgio Verezzi e Finale Ligure in un tratto ove il versante montano scende a picco sul mare per circa 600 metri. Il tratto è evidenziato nella figura 3.4.1.1.1, ove sono riportate le aree storicamente inondate, e nella figura 3.4.1.1.2.

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
bacino: BOTTASSANO

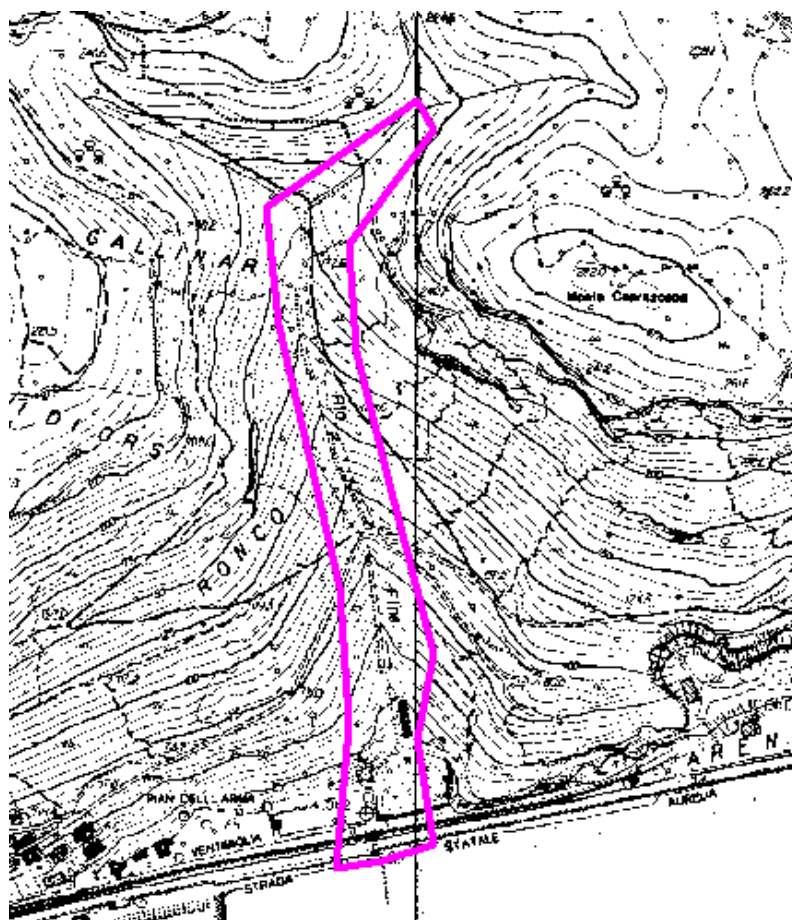


Figura 3.4.1.1.1 – Stralcio cartografico dell'area oggetto di studio.

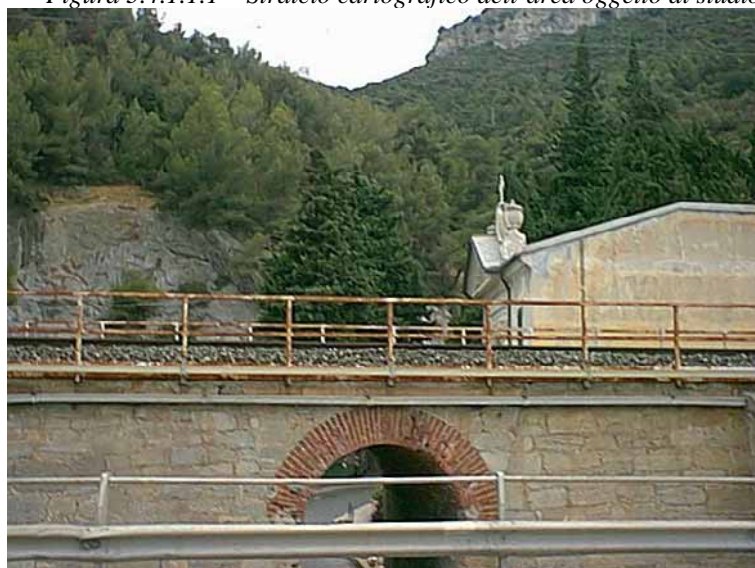


Figura 3.4.1.1.2 – Compluvio del Rio Fine, (ripreso dalla S.S.Aurelia). Si evidenzia il cimitero a sinistra.

Il versante presenta forte pendenza per tutto il tratto indagato fino alla S.S.Aurelia posta a ridosso del mare. Subito a monte della S.S.Aurelia sono presenti il cimitero (in sponda sinistra rispetto al rio) ed un impianto di depurazione delle acque (sponda destra).

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
bacino: BOTTASSANO

L'alveo non risulta propriamente definito per la maggior parte del tratto indagato. Le acque defluiscono da monte lungo il compluvio costeggiando l'ala nord del cimitero fino ad incontrare il muro dello stesso a valle dove questo si allarga occupando quasi tutta l'area del compluvio. A monte del cimitero sono presenti alcuni recinti per il pascolo delle capre. Le figure di seguito mostrano la parte di versante a forte pendenza ove l'alveo non risulta definito fino ad incontrare il muro di cinta dell'ala ovest del cimitero.



Figura 3.4.1.1.3 – Compluvio nel tratto di monte, fotografia scattata dal muro di cinta dell'ala nord del cimitero.

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
bacino: BOTTASSANO



Figura 3.4.1.1.4 – Compluvio nel tratto di monte, fotografia scattata dal muro di cinta dell'ala nord del cimitero.



Figura 3.4.1.1.5 – Il compluvio termina contro il muro di cinta dell'ala ovest del cimitero dopo aver incontrato i ricoveri per le capre. Un tubo di drenaggio raccoglie le acque provenienti da monte.

Con la costruzione del cimitero le acque sono state incanalate in un tubo di drenaggio (diametro 90 cm) che raccoglie le stesse ortogonalmente al compluvio per poi piegare a gomito verso sud scorrendo al di sotto della stradina asfaltata di accesso all'impianto di depurazione. Il tubo si apre poi in una copertura ad arco ($l=2.4$ m; $h=1.0$ m) lunga circa 30 metri che termina a cielo aperto sulla strada, come evidenziato in figura 7 e 8. In tale copertura sbocca anche un tubo di scarico proveniente probabilmente dall'impianto di depurazione.

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
bacino: BOTTASSANO



Figura 3.4.1.1.6 – Sbocco della copertura di accesso al cimitero. Le acque defluiscono sulla strada del sottopasso fino al mare.



Figura 3.4.1.1.7 – Copertura sotto l'ingresso del cimitero. In lontananza si può scorgere il tubo che raccoglie le acque del compluvio.

A valle dell'ingresso al cimitero le acque defluiscono libere sulla strada asfaltata che consente il sottopasso pedonale della linea ferroviaria e della S.S.Aurelia, come mostrato nelle figure 9 e 10. Entrambi gli attraversamenti (Aurelia e ferrovia) sono posti a quota tale da non interferire con le acque che defluiscono verso il mare.

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
bacino: BOTTASSANO



Figura 3.4.1.1.8- Sottopasso pedonale. Le acque del Rio provenienti dal tubo di raccolta defluiscono al di sotto dello stesso fino al mare.



Figura 3.4.1.1.9 – Sottopasso visto dalla scogliera a ridosso del mare.

Analisi idraulica e perimetrazione delle aree inondabili

Sulla base di quanto descritto nel paragrafo precedente risulta evidente l'inutilità di una modellazione idraulica del tratto in esame le cui criticità sono dovute alla presenza di strutture presenti nell'alveo, tali da impedirne per alcuni tratti anche la corretta individuazione.

Ai fini della perimetrazione delle aree inondabili secondo la normativa regionale, si è quindi scelto di procedere sulla base delle evidenze del sopralluogo, che rende possibile l'immediata individuazione delle aree interessate dal deflusso delle acque che risulta confinato per tutto il tratto in esame.

Per il tratto a monte dell'ala ovest del cimitero si è proceduto alla sola perimetrazione dell'alveo attuale, definito come l'intero compluvio tra i due versanti. Non essendo infatti presente un alveo inciso, le acque possono defluire lungo tutto il compluvio classificato quindi cautelativamente come alveo. Tale scelta è resa possibile anche dalla totale assenza di strutture od altre opere antropiche.

Anche per il tratto a valle dell'ingresso del cimitero si è proceduto come sopra. Le acque allagano infatti tutta la strada pedonale indipendentemente dal tempo di ritorno dell'evento di pioggia associato, è quindi risultato più consono classificare come alveo il tratto in questione, a meno delle strutture di attraversamento, comunque non interessate data l'elevata quota dell'intradosso delle stesse.

Relativamente al tratto in cui le acque scorrono nel tubo di drenaggio si è invece proceduto alla verifica delle capacità di smaltimento dello stesso, sulla base della quale si sono tracciate aree inondabili tenendo conto della presenza degli alti muri di cinta che delimitano il cimitero ad est e l'impianto di depurazione ad ovest.

Verifica idraulica del tubo di drenaggio

Determinazione delle portate di piena

In accordo con la normativa di piano, le portate per il Rio Fine sono state calcolate applicando la procedura 'piccolissimi bacini' proposta dal CIMA.

Per i bacini ricadenti in questa classe ($A < 2 \text{ Km}^2$) il valore di portata al colmo viene calcolato secondo l'espressione:

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

dove:

- Q_T = portata in m^3/sec per assegnato periodo di ritorno T ;
- K_T = fattore di frequenza riportato in tabella;
- U = coefficiente di portata tabellato dal CIMA in funzione di classe del bacino e longitudine;
- A = area drenata dalla sezione di chiusura;

I fattori di frequenza proposti dal CIMA sono riportati nella seguente tabella:

SETTORE DIFESA DEL SUOLO
SERVIZIO PIANI DI BACINO

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
bacino: BOTTASSANO

T[anni]	50	200	500
K_T	3.47	5.02	6.04

Tabella 3.4.1.1.1 – Fattore di frequenza per la metodologia CIMA

Le classi idrologiche dei bacini sono così classificate:

Tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 3.4.1.1.2 – Classificazione dei bacini secondo la metodologia del CIMA

Di seguito si riportano i parametri scelti per la sezione di chiusura interessata dallo studio ed i valori di portata risultanti.

BACINO	CLASSE	AREA	LONG. Gradi sessagesimali	U_A	Q50 adottata	Q200 adottata	Q500 adottata
Rio Fine	D	0.6	8°20'	4.97	11	15	18

Tabella 3.4.1.1.3 – Parametri e portate di progetto per il tratto indagato

Verifica delle capacità di smaltimento

Al fine di verificare la capacità di smaltimento del tubo di drenaggio in questione, si è calcolata la portata massima defluibile attraverso lo stesso in condizioni di moto non in pressione.

Il tubo presenta diametro a raggio costante pari ad 45 cm ed una lunghezza di circa 70 metri. La pendenza media è pari a 0.03 m/m.

Applicando per semplicità la formula del moto uniforme, semplificazione resa lecita dalla regolarità del tubo e dall'assenza di ingombri tali da condizionare il deflusso della corrente si ha:

$$Q = \Omega K_s R^{2/3} i_f^{0.5}$$

Con

Ω = area della sezione utile

K_s = Coeff. di Strickler (=30 m^{1/3}/s)

R=Raggio idraulico

I_f = pendenza dell'alveo

La formula fornisce una portata inferiore a quella cinquantennale, rispetto alla quale il tubo non risulta quindi verificato.

All'occorrere degli eventi di progetto si hanno quindi allagamenti nell'area di valle in esame dovuti sia ad esondazioni di volumi d'acqua dal tubo che risulta in pressione, sia all'impossibilità dello stesso di ricevere le acque di pioggia relative all'area di studio.

3.4.2 Criticità di tipo geomorfologico

La distribuzione delle aree a diversa suscettività al dissesto, così come risulta dalla C.S.D.V., evidenzia quanto segue:

nella porzione inferiore del bacino sono prevalenti le aree a suscettività bassa e molto bassa;

nella porzione centrale le aree a bassa e molto bassa suscettività risultano circa equivalenti a quelle a media suscettività e si hanno aree significative ricadenti in classe alta e molto alta;

nella porzione superiore del bacino prevalgono le aree a media suscettività e si rilevano aree importanti in classe di suscettività alta e molto alta.

In particolare si osserva che:

Le zone a *suscettività molto bassa* (MB) risultano in genere le sommità pianeggianti degli altipiani calcarei, la valli fossili e/o sospese a fondo piatto, le zone di pianura alluvionale, le spiagge, le "terre rosse" su aree pianeggianti e subpianeggianti.

Le zone a *bassa suscettività* (B), pur diradandosi sensibilmente verso la porzione superiore, sono distribuite per tutta l'area del bacino e comprendono, per motivi diversi, sia versanti con media acclività in rocce carbonatiche (presenti nella parte medio-inferiore del bacino), sia le zone meno acclivi di versante in rocce metamorfiche (nella parte medio-superiore del bacino).

Le zone a *media suscettività* (M), caratterizzano la parte medie e alta del bacino e corrispondono a zone con substrato metamorfico ed acclività media, ma non ancora così alta da causare dissesti. Sempre nella stessa classe sono comprese (nella parte medio-bassa del bacino), le zone con coperture marnose (Verezzi), le zone più acclivi e le vallette più incassate dei massicci carbonatici.

Le zone ad *alta suscettività* (A) si sviluppano su terreni metamorfici con acclività medio-alta, di queste fanno parte anche gli episodi franosi già stabilizzati (paleofrane) o quiescenti, facilmente rimobilitabili per azioni naturali (erosione al piede) o artificiali (apertura di nuove strade, scarsa manutenzione dell'esistente riguardo alla regimazione delle acque, ecc.).

In alta suscettività ricadono:

un'area già compromessa ed interessata in passato da episodi franosi di una certa ampiezza che va da Bardino Vecchio a Costino e alla strada che si congiunge con la S.S. del Melogno fino al fondo valle; un'ampia zona nella conca di Olle ed un'altra nella conca tra Gorre e Bracciale; Un tratto di valle incassata a monte della Z.I. di Borgio, su entrambi i versanti che mostrano potenti coperture detritiche indifferenziate (detrito e terre rosse) e altissime acclività, le zone di falesia naturale con piani di discontinuità a franapoggio lungo la ferrovia o con versanti prossimi alla verticale in prossimità delle vecchie cave costiere, quale l'area

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
bacino: BOTTASSANO

della ex cava Denegri, ed est della Caprazoppa, che mostra pareti verticali interessate da importanti fratture dovute agli interventi di minaggio.

In questa stessa zona può essere compresa l'area dei riempimenti artificiali esistenti in quota, in sponda sinistra, all'altezza dell'Autostrada dei Fiori, che si stanno smantellando in occasione di forti precipitazioni atmosferiche e causano un grosso problema di trasporto solido e di erosione concentrata.

Le zone a *suscettività molto alta* (MA) corrispondono esclusivamente alle frane attive; è interessante notare che tali zone sono generalmente iscritte in aree con media e alta suscettività.

Nell'elenco degli interventi proposti è compresa la sistemazione delle aree soprattutto con interventi di regimazione delle acque ed interventi di ingegneria naturalistica.

I margini di interpretazione che si aprono relativamente ad alcuni problemi sono dovuti essenzialmente alla scala di elaborazione dei dati, che non consente un grande dettaglio, ma costituisce o, almeno si ritiene che dovrebbe costituire, una prima fase di inquadramento di massima dei problemi del territorio.

Anche i tempi ristretti di osservazione costituiscono un limite che andrebbe superato con un monitoraggio costante del territorio.

E' quindi diretta conseguenza del tipo di approccio il fatto che la propensione al dissesto di alcune aree venga sovrastimata o sottostimata per l'impossibilità oggettiva di operare con maggiore dettaglio.

Per questo negli interventi proposti sono riportati anche una serie di studi locali e monitoraggi per mettere più a fuoco i problemi di vario ordine di grandezza messi alla luce.

Il Rischio geomorfologico discende dalla sovrapposizione della Carta degli Elementi a Rischio con la Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti, secondo il seguente schema:

Elem. rischio	Suscettività al dissesto				
	mb	B	M	a	ma
e0	R0	R0	R0	R1	R1
e1	R0	R1	R1	R2	R3
e2	R0	R1	R2	R3	R4
e3	R0	R1	R2	R4	R4

Esso risulta *molto basso* (R0) per la maggior parte della porzione di bacino, a rischio *moderato* per le aree ad alta suscettività, con eccezioni aventi a che fare con la presenza di nuclei abitati o elementi di comunicazione viaria, dove si raggiungono fasi di rischio da *medio ad elevato*. Alcune piccole aree interne risultano addirittura a rischio *molto elevato* (zona tra Bardino Vecchio e Costino ed anche il fronte verticale ad Est della Caprazoppa). Per questa zona sono raccomandati studi puntuali e monitoraggi e, ove possibile, interventi di consolidamento e regimazione delle acque.

3.5 Considerazioni sul trasporto solido

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.

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
bacino: BOTTASSANO

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

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
bacino: BOTTASSANO

R₂: rischio medio

R₃: rischio elevato

R₄: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R₀ 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.

- 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 a rischio	Elementi	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 Rio Bottassano sono presenti tutte le classi di rischio, con prelatenza assoluta del rischio E0, quindi E1 ed E3, mentre scarsa è la classe E2.

Dall'analisi della carta degli elementi a rischio risulta che:

- il bacino del T. Bottassano presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E= distribuita per tutto il territorio ad eccezione della fascia costiera antropizzata
- le classi E1 sono localizzate nelle zone agricole poco antropizzate di Verezzi, Bracciale, Olle e Bardino Vecchio.
- le classi E2 sono rappresentate da aree comprensive di nuclei urbani minori e meno densamente popolate alle spalle della fascia costiera.
- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di fondovalle ed anche importanti nuclei abitati (Gorra e Bardino Vecchio).

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
bacino: BOTTASSANO

- 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).

- 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.

La parte fortemente urbanizzata, dal ponte medioevale verso la foce, è caratterizzata da rischio idraulico molto elevato (R4); il rischio si mantiene elevato (R3) lungo entrambe le sponde per tutto il tratto in esame, abbassandosi di livello solo in fasce molto limitate nella zona a carattere prevalentemente rurale.

Come già accennato in precedenza, la fascia C, nel caso in oggetto, risulta comprensiva di un'area individuata nella carta delle aree storicamente inondate.

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.

4.3.1 Carta del rischio idraulico per bacini minori

La situazione attuale non consente, in generale, il deflusso della portata cinquantennale e le zone limitrofe a tali aste rappresentano aree con livello di rischio R4, gli interventi possibili per la mitigazione del rischio sono senz'altro individuabili in un rifacimento della tombinatura attuale ed in una sistemazione con opere di regimazione delle acque a monte della tombinatura stessa.

Per la definizione del rischio si rimanda ai criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, in particolare alla Raccomandazione della Regione Liguria n.8/2000.

I tratti d'asta e le tombinature indagate sono evidenziate nella carta degli interventi allegata alla presente relazione.

Per i piccoli bacini la valutazione del rischio idraulico è stata effettuata solo sui tratti indicati quali criticità idrauliche sulla base dei sopralluoghi effettuati e non avendo quindi trattato in modo classico gli aspetti idraulici di tali rii minori non sono state individuate le fasce.

Lo spirito del decreto 180 è quello di condurre il paese ad un primo livello di informazione del rischio idrogeologico presente sul territorio entro il 30 giugno 2001.

La stesura di un piano di bacino stralcio si basa sulle informazioni già note di situazioni di rischio presenti sul territorio (progetto AVI, aree storicamente inondate ..) e su studi approfonditi e di dettaglio in aree urbanizzate e/o a noto rischio elevato.

Con questo spirito e nell'ottica di una prima valutazione del rischio idraulico presente sul territorio in esame, e quindi al fine della perimetrazione delle aree a maggior rischio come previsto dal decreto 180, si è proceduto all'elaborazione di studi idraulici di dettaglio e

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
bacino: BOTTASSANO

di approfondimento di studi esistenti solo sulle aste urbanizzate dei principali rii e torrenti presenti sul territorio della provincia o su tratti d'asta fluviali ricadenti in aree storicamente inondate e nelle quali non siano stati eseguiti interventi di messa in sicurezza .

In tale analisi sono stati esclusi nella stesura del piano di bacino stralcio i bacini con area inferiore ai 10 km² per i quali si è comunque proceduto ad una analisi speditiva atta ad individuare le criticità di origine idraulica presenti e quindi indicare alla amministrazione competente i vincoli da adottare.

In particolare sono state individuate le sezioni di imbocco e sbocco delle tombature insufficienti e le opere di attraversamento che non consentano il deflusso di portate con tempo di ritorno cinquantennale.

4.4 Carta del 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 viene così schematizzata:

ELEMENTI A RISCHIO	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI				
	MB	B	M	A	AA
E0	R ₀	R ₀	R ₀	R ₁	R ₁
E1	R ₀	R ₁	R ₁	R ₂	R ₃
E2	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
E3	R ₀	R ₁	R ₂	R ₄	R ₄

La Carta del Rischio Geomorfologico evidenzia come la classe di rischio prevalente sul bacino è quella a rischio *molto basso* (R₀), il rischio risulta *moderato* (R₁) in presenza di aree ad alta suscettività associate a elementi a rischio E0.

Le aree a rischio *medio* (R₂) sono associate a elementi della viabilità provinciale e comunale e ad aree con elementi a rischio E1 in classe di alta suscettività al dissesto.

Le aree a rischio elevato (R₃) sono associate a elementi della viabilità provinciale e comunale e ad aree con elementi a rischio E2 in classe di alta suscettività al dissesto. Si segnalano in particolare i versanti nella zona di Olle, il versante nella zona di Gorra e i versanti nella zona tra Casa Grasso e Bardino Vecchio.

In classe di rischio elevato risultano pure le aree di cava nella zona del promontorio della Caprazoppa.

Le aree a rischio *molto elevato* (R₄) coinvolgono prevalentemente la rete viaria.

Nella parte alta del bacino si segnala la strada che raccorda la S.S. del Melogno con la S.P. Magliolo-Tovo S. Giacomo ed il versante sottostante; quindi alcune minuscole aree nella zona di Olle Inferiore e lungo la viabilità comunale.

Nel tratto costiero si segnala il versante soprastante la ex S.S. n. 1 "Aurelia", nella zona del promontorio della Caprazoppa lato est.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Accademia Nazionale dei Lincei: *Estr. Rend. Classe Scienze fisiche, matem e natur. – serie VIII, vol. XXXII, fase 1, gen 1962*
2. E. Bonino – Carta geomorfologico/evolutiva dei bacini del t. Maremola e del t. Bottassano. *Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection Univers. De Liège, 1988*
3. Boni.p, Mosna S., Vanossi M.. *La Pietra di Finale (Liguria occidentale)*. Atti ist. Geol. Univ, Pavia, vol. 18, pp. 102-150
4. Boni A. Vanossi M. (1972) “Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.” Atti Ist. Geol. Univ. Pavia – Vol.XXIII – Tav. XXIV.
5. G. Brancucci (1994) “Il clima della Liguria “ – Osservatorio permanente Corpi Idrici della Liguria.
6. Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona" Servizio Geologico d'Italia, Roma.
7. G.B. Castiglioni “Geomorfologia” – UTET
8. “Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri” (1991) - Società Geologica Italiana
9. G.Pilla-S.Seno (1987): *Senso di taglio, direzione di trasporto, mesostrutture nello sviluppo di alcuni sovrascorrimenti brianzonesi (Finalese- Alpi Liguri)*
10. P.Streiff (1956) *Zur Geologie des Finalese (Ligurien – Italien)* – Mitt. Geol. Inst. Zurich, 67, 1-88
11. M. Vanossi: *Contributi alla conoscenza delle unità stratigraficheo-strutturali del Brianzonese ligure s.l. I° Le strutture tettoniche della zona tra Bardineto e Noli*. Atti Ist. Geol.Univ. Pavia- Vol XXI, 37-66
12. G. Vicino (1982): *Il Paleolitico inferiore in Liguria*. Atti XXIII Riun. Scient. Ist. It. Di Preistoria e Protostoria- 109-122, Firenze
13. CIMA “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri*”