

CAPITOLO 3 - PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

3.1 Premessa

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della carta di pericolosità, carta 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.

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, comunque, compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio.

La carta di 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 come carte di pericolosità idraulica e geomorfologica.

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'innescare di movimenti di massa sia in relazione alle caratteristiche intrinseche dei "materiali" sia alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti morfogenetici.

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:

$$\text{Pericolosità} = (\text{suscettività} \times \text{cinematica e dimensione del fenomeno})$$

Da questo ne 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, oltretutto 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.

L'analisi incrociata delle carte della suscettività al dissesto di versante, della franosità reale e delle fasce di inondabilità, 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 lungo termine.

dati sperimentali di riferimento per ed idrogeologiche.

Si segnala l'opportunità di integrare le analisi geomorfologiche con l'acquisizione di dati 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 riscontrate nel corso dei rilevamenti.

3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del bacino del T. Argentina è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino. di rilievo Regionale.

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 risultano strutturate nei livelli informativi definiti nelle Raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale e sono illustrate nella seguente tabella.

Tematismo	Variabile	Tipo
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Granulometria delle coltri	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscellamento diffuso	Aggravante
Carta dell'acclività	Classi di acclività	Principale
Carta idrogeologica	Permeabilità del substrato	Principale
	Zone di impregnazione	Aggravante
Carta dell'uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale
	Franosità diffusa	Principale
	Paleofrane	Aggravante
	Deformazioni gravitative di versante	Aggravante

Tabella riepilogativa delle variabili considerate

N.B.: le variabili di tipo "principale" sono definite come quelle ritenute determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della suscettività al dissesto di versante. Le variabili "aggravanti" rappresentano quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente in relazione al contesto territoriale esaminato e che pertanto presentano una variabilità sia tra bacini diversi sia all'interno del singolo bacino.

Nella fattispecie gli elementi di cui sopra rappresentano i parametri di tipo geografico – fisico, geologico geomorfologico ed ambientali s.l., fra quelli previsti negli attuali standard dei Piani di Bacino, che maggiormente condizionano la dinamica di versante nel bacino del T. Argentina.

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

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

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

$$\Psi = (1/K) \times \phi$$

dove:

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

$$\phi = A^n / A'n$$

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

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

A_T = Area totale del bacino [km²]

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

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

Tipo	Area (mq) [A'n]	Area in frana (mq) [A''n]
Flysch di Ventimiglia (carFYV)	19.970.435	551.227
Marne Priaboniane (maPRB)	3.528.362	2.172
Calcari nummulitici (cNUD)	3.080.074	6.414
Calcari e Calcari marnosi cretacei (cCRD)	10.040.581	179.438
Scisti a blocchi (asSAB)	38.233.510	1.055.934
Olistostromi (olSAB)	1.186.874	0
Flysch di Sanremo in facies Marnoso-arenacea (maELM)	92.662	0
Flysch di Sanremo in facies Calcareaomarnosa (cmELM)	30.499.237	449.135
Arenarie di Bordighera (arBOR)	42.932.788	845.591
Calcari straterellati di Badalucco (sccBOR)	5.942.394	400.682
Argilloscisti di San Bartolomeo (asSBA)	11.367.921	567.752
Conglomerati di Monte Villa (cgCMV)	2.958.012	16.817
Brecce di Taggia (bcTAG)	1.485.208	34.391
Sabbie di Costa Terre Bianche (sCTB)	8.869	0
Argille di Ortovero (aORV)	100.360	5.450
Bacino idrografico	211.000.000	6.429.371

Superfici di affioramento delle litologie

CARTA GEOLITOLOGICA

Peso	Litologia
4	Flysch di Ventimiglia (carFYV)
1	Marne Priaboniane (maPRB)
1	Calcari nummulitici (cNUD)
3	Calcari e Calcari marnosi cretacei (cCRD)
4	Scisti a blocchi (asSAB)
2	Olistostromi (olSAB)
2	Flysch di Sanremo in facies Marnoso-arenacea (maELM)
2	Flysch di Sanremo in facies Calcareo-marnosa (cmELM)
3	Arenarie di Bordighera (arBOR)
10	Calcari straterellati di Badalucco (sccBOR)
8	Argiloscisti di San Bartolomeo (asSBA)
1	Conglomerati di Monte Villa (cgCMV)
4	Brecce di Taggia (bcTAG)
4	Sabbie di Costa Terre Bianche (sCTB)
8	Argille di Ortovero (aORV)

Pesi attribuiti alle litologie

Non sono state individuate frane nei litotipi appartenenti alle formazioni degli Olistostromi degli Scisti a Blocchi, al Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea e alle Sabbie di Costa Terre Bianche a causa della limitata estensione dei loro affioramenti all'interno del bacino; si è, pertanto, attribuito a tali formazioni un peso arbitrario in relazione alle analogie riscontrate con altri litotipi.

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

CARTA GEOMORFOLOGICA - STATO DELLA ROCCIA

Peso	Stato della roccia
0	Roccia in buone condizioni di conservazione e/o disposizione favorevole rispetto al pendio
3	Roccia con disposizione sfavorevole rispetto al pendio
5	Roccia alterata ed intensamente fratturata

Pesi attribuiti allo stato della roccia

CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI

Peso	Tipo coltre
7	Coltri potenti su roccia permeabile
6	Coltri sottili su roccia permeabile
11	Coltri potenti su roccia impermeabile
9	Coltri sottili su roccia impermeabile
9	Coltri potenti su roccia semipermeabile
8	Coltri sottili su roccia semipermeabile

Pesi attribuiti alle coltri

CARTA DELL'ACCLIVITA'

Peso	Classe di acclività
-5	Acclività < 10% su substrato affiorante
-3	Acclività > 10% < 20% su substrato affiorante
-2	Acclività > 20% < 35% su substrato affiorante
0	Acclività > 35% < 50% su substrato affiorante
4	Acclività > 50% < 75% su substrato affiorante
5	Acclività > 75% su substrato affiorante
-7	Acclività < 10% su coltre affiorante
-5	Acclività > 10% < 20% su coltre affiorante
0	Acclività > 20% < 35% su coltre affiorante
3	Acclività > 35% < 50% su coltre affiorante
5	Acclività > 50% < 75% su coltre affiorante
7	Acclività > 75% su coltre affiorante

Pesi attribuiti alle classi di acclività

FATTORI AGGRAVANTI

Peso	Fattore aggravante
Variabile relativamente a situazioni locali	Franosità diffusa
3	Ciglio di frana attivo
2	Erosione concentrata di fondo
2	Ruscellamento diffuso
2	Aree di impregnazione
2	Erosione spondale
2	Orlo di scarpata attivo

Pesi attribuiti ai fattori aggravanti

I pesi relativi alle coltri sono stati differenziati oltre che sulla base della potenza e della granulometria, anche tenendo conto della tipologia del substrato, soprattutto in relazione alla sua permeabilità; pertanto

si è ritenuto opportuno assegnare un peso maggiore alle coltri potenti su substrato impermeabile (aORV, asSBA) in quanto in condizioni di forte impregnazione presenterebbero un drenaggio scarso ed una potenziale superficie di scorrimento in corrispondenza del passaggio al substrato.

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

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

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

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

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

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

3.2.2 Pericolosità delle classi di uso del suolo ed attribuzione dei pesi

Per la definizione dell'incidenza sulla suscettività al dissesto delle diverse classi di uso del suolo, individuate nell'ambito del bacino, è stata valutata l'efficienza idrologica attribuibile ai diversi tipi di soprassuolo, con particolare riferimento alle coperture vegetali.

Gli effetti della presenza di un'adeguata coltre vegetale, infatti, possono essere ricondotti ai seguenti punti:

- aumento dei tempi di corrivazione;
- diminuzione dell'erosione del suolo e, conseguentemente, dell'apporto solido nei bacini torrentizi;
- rallentamento e frazionamento del moto delle acque;
- trattenuta delle piogge nei terreni, con successiva restituzione all'atmosfera per evapotraspirazione.

L'efficienza dei soprassuoli nei confronti dell'intercettazione e della regimazione delle acque è correlata e differisce in funzione di alcuni importanti parametri, quali:

- l'efficienza biologica, meglio definita come "qualità ecologica" dei soprassuoli;
- la struttura dei consorzi vegetali, il grado ed il periodo di copertura del suolo e la stabilità fisica del soprassuolo.

3.2.2.1 Qualità ecologica

Riguardo alla valutazione ecologica degli elementi individuati, eseguita in funzione della relativa struttura e funzionalità, secondo i principi propri della "Ecologia del paesaggio", le diverse categorie di uso del suolo e vegetazionali riscontrate nel bacino possono essere definite e classificate come di seguito indicato.

Tessuti urbani, Zone industriali

Tecnosistema in cui la componente naturale risulta assente o quasi, astrutturata e con scarsa funzionalità.

Dal Punto di vista ecologico è caratterizzato da:

instabilità e funzionalità legata agli apporti energetici e alla continua presenza dell'uomo;

fabbisogno energetico elevato;

*-livello di omeostasi minimo, mantenuto dai pochi elementi autotrofi del sistema.

Aree estrattive e discariche

Ecosistema antropico che, a seguito del cessare dell'attività può tornare ad evolversi in modo naturale, sebbene in tempi molto variabili. Le possibilità evolutive sono condizionate dal livello di alterazione delle componenti biotiche ed abiotiche. Nel caso in esame tali aree possono essere equiparate alle aree a vegetazione rada con roccia affiorante e pietrosità.

Reti autostradali e ferroviarie

Tecnosistema di origine antropica, caratterizzato da:

assenza di componenti biologiche;

funzione di barriera ed interruzione tra ecosistemi a maggiore grado di naturalità;

limitata funzione di trasferimento di componenti biotiche e abiotiche.

Aree verdi urbane

Ecosistema a differente grado di naturalità, caratterizzato da:

buoni valori di diversità specifica per la presenza, anche, di specie erbacee-arboree-arbustive appartenenti alla vegetazione potenziale;

valori variabili di complessità strutturale in funzione dell'intervento antropico;

buon grado di soddisfacimento della catena trofica;

ottima potenzialità per il trasferimento di elementi biotici ed inorganici;

può subire asporti periodici, talora pressoché totali, della biomassa;

Vivai, colture floricole in pien'aria

Agroecosistema costituito da cenosi antropiche oligo o monospecifiche; nel territorio in esame è formato per oltre l'80% da colture poliannuali sempreverdi arbustive, cespitose o suffrutuose:

valori molto bassi di diversità specifica poiché la componente dominante in termini di biomassa coincide con la coltura; la componente di infestanti di tipo erbaceo ha un peso minimo;

la complessità strutturale è molto bassa poiché il biospazio epigeo è occupato solo dalla coltura; nelle colture ad habitus arbustivo può essere presente uno strato erbaceo sottostante;

basso grado di soddisfacimento della catena trofica;

subisce rilevanti apporti energetici da parte dell'uomo, talora con effetto negativo sulle componenti biotiche ed abiotiche;

subisce asporti < 1 anno di buona parte della biomassa.

Vivai, colture floricole in serra

Agroecosistema a colture erbacee, suffrutuose o arbustive (rosai) costituito da cenosi antropiche oligo o monospecifiche coltivate in ambiente protetto artificiale:

valori molto bassi di diversità specifica poiché la componente dominante in termini di biomassa coincide con la coltura; la componente di infestanti è assente o marginale;

la complessità strutturale è molto bassa poiché il biospazio epigeo è occupato solo per pochi decimetri dalla coltura;

basso grado di soddisfacimento della catena trofica;

subisce rilevanti apporti energetici da parte dell'uomo, talora con effetto negativo sulle componenti biotiche ed abiotiche;

subisce asporti < 1 anno della quasi totalità della biomassa.

Vigneti, oliveti, frutteti

Agroecosistema a colture legnose costituito da consorzi arborei artificiali monospecifici e, spesso, monovarietali (oliveto e vigneto):

valori molto bassi di diversità specifica poiché la biomassa dominante è costituita dalle piante coltivate, mentre la componente infestante, di tipo erbaceo, ha un peso minimo;

valori molto bassi di complessità strutturale: lo strato dominante è quello uniforme delle viti, olivi o piante da frutta, è talvolta presente uno strato erbaceo;

subisce rilevanti apporti energetici da parte dell'uomo, talora con effetto negativo sulle componenti biotiche ed abiotiche;

limitato grado di soddisfacimento della catena trofica.

Ex Coltivi

Costituiscono uno stadio di transizione tra gli agroecosistemi e gli ecosistemi "naturaliformi" e possono presentare caratteristiche molto variabili sia in quanto a struttura che a funzionalità. In generale, si può affermare che la complessità strutturale, la diversità biologica e la funzionalità ecologica progrediscono proporzionalmente al periodo di assenza di interventi antropici ed al conseguente instaurarsi di dinamiche vegetazionali volte al raggiungimento di cenosi stabili. Nell'ambito in esame, trattasi, generalmente, di aree da lungo tempo in abbandono, nelle quali i processi evolutivi risultano ben affermati, con forte presenza di specie infestanti, in particolare, erbacee ed arbustive.

Pascoli

Ecosistema di origine antropica che, nell'ambito in esame assume spesso caratteristiche "naturaliformi" in evoluzione verso cenosi più stabili a maggiore complessità strutturale (presenza di uno strato arbustivo).

Presenta i caratteri seguenti:

da buona a elevata diversità biologica;

buon grado di soddisfacimento della catena trofica;

subisce asporti periodici, ma non totali della biomassa.

Praterie

Ecosistema naturale costituito da specie erbacee autoctone. Presenta:

elevati valori di diversità specifica garantiti da una situazione di equilibrio dinamico tra le varie componenti vegetali;

elevato grado di soddisfacimento della catena trofica;

può subire asporti periodici, ma non totali, della biomassa.

Arbusteti

Ecosistema naturale originato, nell'ambito in studio, dall'evoluzione di aree in cui sono cessate da lungo tempo la pratica pascoliva e le altre pratiche agricole, costituito da specie autoctone, caratterizzato da:

valori elevati di diversità specifica;

buona complessità strutturale per la contemporanea esistenza di specie erbacee, anche se discontinue, arbustive ed, a volte, anche arboree;

ottimo grado di soddisfacimento della catena trofica;

in genere, non subisce asporti della biomassa; nelle zone a macchia mediterranea più accessibili può subire asporti annuali di parte della biomassa.

Boschi di latifoglie

Ecosistema naturale o naturaliforme costituito da boschi di latifoglie termofile e mesofile, con prevalenza specifica o in formazioni miste, con grado di copertura variabile.

Presenta:

valori generalmente elevati di diversità specifica garantiti da una situazione di equilibrio dinamico tra le varie componenti vegetali, come avviene nelle situazioni di avvicinamento allo stadio climax;

valori elevati di complessità strutturale: il bosco si presenta multiplano per la contemporanea presenza di specie erbacee, arbustive ed arboree;

ottimo grado di soddisfacimento della catena trofica;

se trattato subisce asporti periodici (> 1 anno), ma parziali, della biomassa.

Ceduo di castagno

Ecosistema seminaturale dominato da una specie da tempo naturalizzata ed equiparabile, dal punto di vista ecologico, a quelle autoctone, in quanto in grado di rinnovarsi e in equilibrio con le specie componenti la vegetazione potenziale. Presenta:

valori rilevanti di diversità specifica poiché, sebbene la biomassa dominante sia costituita dal castagno, è presente un sottobosco arbustivo ed erbaceo. Inoltre sono presenti latifoglie autoctone;

valori rilevanti di complessità strutturale: lo strato dominante è quello uniforme dei polloni di castagno, a cui si associano riserve di specie autoctone, in percentuale variabile, uno strato arbustivo ed uno erbaceo;

buon grado di soddisfacimento della catena trofica;

se trattato subisce asporti periodici (> 1 anno), ma non totali, della biomassa.

Boschi di conifere

Ecosistema naturale o naturaliforme costituito, nell'ambito in esame, da boschi di conifere termofile a prevalenza di pino marittimo ed in minor misura di pino d'Aleppo o misti e boschi di conifere mesofile, in particolare a prevalenza di pino silvestre, in minor misura di larice o misti, con grado di copertura variabile.

Presenta:

valori rilevanti di diversità specifica poiché è presente un ricco sottobosco arbustivo ed erbaceo di specie autoctone. Sono anche presenti, a livello più o meno sporadico, latifoglie autoctone;

valori rilevanti di complessità strutturale per la presenza di uno strato erbaceo ed arbustivo;

buon grado di soddisfacimento della catena trofica;

in genere non subisce asporti della biomassa.

Un minor grado di qualità ecologica viene attribuito alle pinete di pino marittimo fortemente degradate a causa dell'attacco generalizzato del *Matsucoccus feytaudi* e del ripetuto passaggio del fuoco.

Rimboschimenti di conifere (pino nero, pino silvestre, etc.)

Ecosistema fortemente antropizzato costituito da consorzi arborei artificiali mono/oligospecifici ,che presenta:

valori generalmente bassi di diversità specifica in quanto si tratta di ecosistemi artificiali privi di una propria identità floristica, ove la biomassa dominante è costituita dai pini;

valori bassi di complessità strutturale a causa della coetaneicità degli individui; lo strato dominante è quello uniforme degli alberi, esistono generalmente uno strato erbaceo ed arbustivo ma discontinui;

moderato grado di soddisfacimento della catena trofica;

in genere non subisce asporti della biomassa.

Rocce nude ed aree con vegetazione rada

Ecosistema naturale o naturaliforme costituito, nel caso in esame, da aree con rocciosità affiorante ed elevata pietrosità o conoidi detritici, scarsamente vegetate da formazioni in prevalenza erbacee ed arbustive. Presenta una discreta diversità biologica ed una modesta complessità strutturale.

3.2.2.2 Struttura verticale dei consorzi vegetali e copertura del suolo, stabilità fisica del soprassuolo.

La valutazione del grado di protezione all'acqua battente e dilavante è strettamente correlato ai valori percentuali di copertura dei diversi strati di vegetazione. Per tale valutazione è applicabile il metodo indicato da Pirola-Montanari-Credaro (1980), proposto dall'Autorità di Bacino Regionale, che prevede la stima di un "indice di protezione dall'acqua cadente (Pe)" e di un "indice di protezione dall'acqua dilavante" (Pd) secondo lo schema seguente:

Indice di protezione dall'acqua cadente (Pe)

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

Indice di protezione dall'acqua dilavante (Pd)

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

N.B. strati: *a* arboreo; *b* arboreo inferiore; *c* arbustivo; *d* erbaceo; *e* muscinale.

Riguardo alla copertura è importante considerare anche per quanto tempo dell'anno il terreno è coperto e la stagione in cui è coperto.

In proposito, è evidente che la copertura migliore è quella assicurata dalla vegetazione poliennale, che protegge il suolo per l'intero arco dell'anno: ottimi il bosco, la cotica erbosa dei pascoli permanenti e, in minor misura i prati poliennali da vicenda come i medicai (Bonciarelli, 1978). Le colture annuali proteggono il terreno per una parte di anno, quindi, sono meno efficienti ai fini antierosivi delle precedenti: tuttavia il loro potere regimante differisce a seconda che vegetino e, quindi, coprano il suolo durante la

stagione piovosa o secca. Nelle condizioni di clima mediterraneo il terreno è protetto meglio dalle colture a ciclo autunno-primaverile che da quelle a ciclo primaverile-estivo.

Effetto della vegetazione sull'erosione (Baver 1966):

	Terreno eroso	Anni necessari per erodere
	t/ha anno	18 cm di spessore
terreno nudo	100	24
mais continuo	50	50
frumento continuo	25	100
mais-frumento-trifoglio	7	368
prateria	0,8	3.043

Analogamente, tra le colture permanenti arboree, sono in grado di garantire una maggiore protezione quelle a foglia persistente, come l'oliveto piuttosto che il vigneto o il frutteto che lasciano il terreno privo di copertura nella fase di riposo vegetativo. Inoltre, nel bacino in esame l'oliveto è, generalmente, sottoposto a sistemi di coltivazione meno intensivi che favoriscono lo sviluppo anche di uno strato erbaceo, ancorché discontinuo. Anche le ornamentali sempreverdi da fronda recisa garantiscono un soddisfacente grado di protezione del terreno. Un altro indice correlato all'azione di copertura del suolo è quello proposto per i boschi dall'Autorità di Bacino Regionale, che consente di valutare la "stabilità fisica del soprassuolo" in relazione alla densità dello strato arboreo dominante, stimata in base al rapporto tra l'altezza media del soprassuolo dominante ed il diametro medio dello stesso. Altro aspetto da considerare è quello relativo alla capacità di smaltimento dell'acqua per evapotraspirazione posseduta dai diversi popolamenti vegetali, come risulta dal seguente prospetto (Florineth, 1997):

vegetazione steppica	120-300 l/m ² x anno
prati intensamente coltivati	600-800 l/m ² x anno
prati umidi	1.200-1.500 l/m ² x anno
prati paludosi	2.000-2.500 l/m ² x anno
popolamenti di pino silvestre	120-690 l/m ² x anno
popolamenti di abete rosso	380-570 l/m ² x anno
popolamenti di larice	460-590 l/m ² x anno
popolamenti di faggio	500-550 l/m ² x anno
popolamenti di querce	550-650 l/m ² x anno

Efficienza idrologica

Come risulta in bibliografia specifica, si è riscontrato che, in genere, a pari condizioni stazionali, il bosco ad alto fusto disetaneo sia quello che ottimizzi la funzione di regimazione delle idrometeore, seguito dalle formazioni coetanee, da boschi cedui, pascoli arbustati, pascoli arborati e pascoli senza vegetazione arborea e/o arbustiva (Rezza, 1998).

Il Talamucci, 1975, sottolinea il ruolo svolto dalle cotiche erbose dei prati e dei pascoli nei riguardi della difesa del suolo, al pari di quello esercitato dal bosco, nei confronti del quale le cotiche presentano anche alcuni vantaggi, tra cui la più rapida affermazione nel terreno e la più marcata azione sulla struttura dovuta agli apparati radicali che, seppure meno potenti di quelli delle piante arboree, appaiono più fittamente fascicolati.

L'effetto regimante di ogni soprassuolo, sia esso boschivo o prativo, è, in ogni caso, strettamente connesso alla sussistenza o meno di fenomeni di degrado. Riguardo al bosco, l'azione regimante è massima in una foresta naturaliforme, mentre diminuisce di molto in foreste degradate e antropizzate; con pari apporto meteorico, si possono avere boschi con valori di ritenzione idrica di 350 mc/ha e boschi con valori pari a 4.800 mc/ha (Susmel, 1988).

Per le tipologie vegetazionali esistenti nel bacino in esame, si possono eseguire le seguenti ulteriori considerazioni:

ai boschi sia di latifoglie che di conifere viene attribuita, in generale, una buona qualità ecologica ed un'elevata efficienza idrologica, analogamente ai soprassuoli a prateria. Tuttavia, una qualità ecologica ed una funzionalità regimante inferiore, è stata attribuita alle pinete degradate di pino marittimo ed ai boschi con basso grado di copertura;

gli ex coltivi, assimilabili ai prati e pascoli o agli arbusteti, sono in grado di limitare l'effetto *splash erosion* della pioggia battente diminuendone l'energia cinetica e, di conseguenza, la capacità di erosione, benché l'effetto regimante sia minore di quello del bosco;

le colture agrarie, soprattutto a causa della lavorazione del suolo, potenziale innesco di fenomeni erosivi in particolari situazioni, presentano, in generale, una minore efficienza idrologica. Tuttavia, nell'ambito di tale classe, alle colture floricole in pien'aria, costituite per oltre l'80% da poliannuali sempreverdi ed agli oliveti viene attribuita una soddisfacente efficienza idrologica (copertura continuativa e pressoché totale del suolo in funzione dell'habitus sempreverde e dell'elevata densità d'impianto adottata, lavorazione parziale del terreno). Maggiore funzionalità idrologica viene adottata, anche, per le zone agricole

eterogenee, in relazione alla sussistenza di una maggiore variabilità colturale (coltivazioni erbacee, orticole, floricole e frutticole spesso in consociazione) ed in quanto trattasi, in genere, di aree adibite ad uso familiare sottoposte a regolari interventi manutentivi;

nel caso delle colture ortofloricole sotto serra, l'alterazione indotta nei processi idrologici dalla copertura impermeabile determina situazioni sfavorevoli alla condizione di stabilità. A tale classe di uso del suolo viene, quindi, attribuita un'azione negativa analoga a quella dei tessuti urbani;

alle zone scarsamente vegetate, con affioramenti rocciosi e forte pietrosità, comprese nella classe di uso del suolo "rocce nude" e "aree con vegetazione rada", alle aree percorse da incendi ed alle zone estrattive e di discarica, caratterizzate da bassa qualità ecologica ed insufficiente od instabile copertura vegetale, viene attribuita, in generale, una scarsa funzionalità regimante ed antierosiva.

Riguardo alle aree urbanizzate, pressoché totalmente impermeabili, in relazione all'alterazione provocata nei processi idrologici, sono da ritenere sfavorevoli alle condizioni di stabilità.

Sulla base della valutazione dei parametri in precedenza esposti (*qualità ecologica, struttura, copertura dei soprassuoli, etc.*) e di quanto reperito in bibliografia, nel bacino dell'Argentina, le diverse categorie di uso del suolo e vegetazionali sono state, quindi, ordinate come segue, per decrescente "efficienza idrologica":

zone boscate con grado di copertura >50%, praterie;

boschi degradati, zone boscate rade, arbusteti, prati e pascoli, ex coltivi;

oliveti, vivai colture floricole in pien'aria, aree verdi urbane, aree sportive ricreative, zone agricole eterogenee;

colture floricole sotto serra, vigneti, frutteti, tessuti urbani, aree industriali e commerciali, reti autostradali, ferroviarie, portuali;

aree estrattive e discariche, rocce nude, aree con vegetazione rada, aree percorse da incendi.

- Attribuzione dei pesi alle classi di uso del suolo

Seguendo le linee guida per la redazione della carta di suscettività al dissesto dei versanti (CSDV), elaborate dall'Autorità di Bacino Regionale, alle diverse classi di uso del suolo e vegetazionali sono stati assegnati pesi mantenendosi all'interno di un "range" di valori compreso tra -2 e +2, in modo che il peso massimo sia pari al 20% del massimo valore di peso attribuito alla litologia, assunto come riferimento. In funzione del loro grado di efficienza idrologica, alle classi di uso del suolo perimetrate sulla Carta di Copertura ed Uso del Suolo sono stati, quindi, attribuiti i pesi riportati nella seguente tabella. Per le zone boscate, si è assunta l'ulteriore suddivisione in bosco rado (BR) e bosco (BB) oltre alle formazioni di conifere termofile di pino marittimo (indice 5.1), come individuati e perimetrati sulla Carta della Vegetazione Reale.

Indice	Descrizione	Peso
	tessuto urbano continuo	1
	tessuto urbano discontinuo	1
	aree industriali o commerciali	1
	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	1
	aree portuali	1
	aree estrattive	2
	discariche	2
	aree verdi urbane	0
	aree sportive e ricreative	0
	vivai, colture ortofloricole in pien'aria	0
	vivai, colture ortofloricole in serra	1
	vigneti	1
	frutteti	1
	oliveti	0
	prati e pascoli	-1
	zone agricole eterogenee	0
	ex coltivi	-1
	praterie	-2
	zone boscate (BR bosco rado)	-1
	zone boscate (BB bosco)	-2
	zone boscate (5.1 pino marittimo)	-1

zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	-1
rocce nude	2
aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritici)	2
aree percorse da incendi recenti	2

3.2.3 Classi di suscettività al dissesto dei versanti

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI			
			PESI
CLASSE Pg4		MOLTO ALTA	
CLASSE Pg3		ALTA	> 18
CLASSE Pg2		MEDIA	10 - 17
CLASSE Pg1		BASSA	2 - 9
CLASSE Pg0		MOLTO BASSA	< 2
Per i seguenti tematismi vi è una associazione diretta a:			
Frane quiescenti,.	Classe Pg3A		
Paleofrane-Frane stabilizzate artificialmente, aree soggette a franosità diffusa Discariche in ardesia non inserite nel PTRAC	Classe Pg3B		
DGPV	Classe Pg2		
Frane attive, con detritici attivi	Classe Pg4		
Cave attive	"speciali" S		
Discariche attive	"speciali" S		

Corrispondenza delle classi di suscettività con i pesi

Per quanto riguarda le "deformazioni gravitative profonde" riportate sulla Carta Geomorfologica, esse, dal momento che interessano vaste aree e non danno, in generale, particolari problemi di stabilità dei versanti, sono state assimilate alla pericolosità media, al fine di non penalizzare eccessivamente il territorio.

3.2.4 Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati

Come già detto prendendo come riferimento il massimo valore di peso attribuito alla litologia sono stati derivati i contributi degli altri "elementi" nei confronti della suscettività al dissesto dei versanti, in particolare:

<i>Tematismo</i>	<i>Peso massimo</i>
Acclività	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
Stato della roccia	peso massimo pari al 50% del valore di litologia
Coltri di copertura	peso massimo pari al 110% del valore di litologia
Uso del suolo	peso massimo pari al 20% del valore di litologia
Elementi "Aggravanti"	peso massimo pari al 30% del valore di litologia, per ciascuno di essi

Tab. 3.2.2.1 – Peso massimo in percentuale rispetto ad ogni tematismo

3.2.5 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti e principali criticità geomorfologiche del Bacino

Ottenuta la zonazione delle aree a diversa pericolosità con il metodo sopra descritto, si è proceduto ad una revisione globale sulla base di quanto riscontrato durante i rilevamenti sul territorio. In particolare si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Sono state stralciate aree con estensione limitata inglobate in altri poligoni con grado di pericolosità superiore;
- Sono state individuate e perimetrate le aree con un'alta densità di frane attive classificandole a discrezione in classe molto alta (Pg4) o alta (Pg3A o B);
- Dalla somma dei punteggi è emersa la perimetrazione di numerose e vaste aree a pericolosità molto bassa lungo i versanti; si è deciso di convertirle in classe bassa per non escludere la possibilità che vi si verificano dissesti.

Nel seguito si analizzeranno le aree a pericolosità alta, cercando di capire i motivi dell'appartenenza a tale classe, mentre non verranno descritte le aree in frana attiva (susceptività molto alta) o quiescente in quanto già analizzate approfonditamente sia nelle apposite schede allegate, sia nel paragrafo relativo alla geomorfologia.

Nella parte alta del bacino tali aree sono determinate per concorso della tipologia, della disposizione e dello stato della roccia, nonché dell'elevata acclività, cui spesso si aggiunge la componente dell'erosione superficiale. Sono state quindi cartografate delle aree a pericolosità elevata nella zona di P. St. Maria, M. C. Manasco. Mte Frontè e zona Strada Colle della Melosa-Mte Grai. Sono previsti infatti per questa parte del territorio una serie di interventi areali forestali.

Nella valle Oxentina le situazioni a maggiore criticità si hanno in corrispondenza delle arenarie di Bordighera e degli Argilloscisti di San Bartolomeo già sede di numerose frane attive, molte delle quali risalenti al novembre 2000. Queste litologie risultano particolarmente suscettibili se alterate e disgregate ed in versanti acclivi. Ad aggravare notevolmente la situazione sono gli interventi antropici, che spesso alterano la stabilità dei versanti, sia per una scarsa (se non assente) regimazione delle acque, sia per sbancamenti inadeguati. Ad esempio per la difesa della strada provinciale e la stabilizzazione del pendio è previsto l'intervento 26-G-DF/SS che interessa diverse colate di detrito (DFpa110 - DFpa111 - DFpa114 - DFpa115 - SSpa116 - DFpa117) che si sono verificate lungo i tratti più acclivi a monte e a valle della strada provinciale stessa.

Nella parte medio bassa della Valle Argentina sono state attribuite alla classe alta di pericolosità quelle aree in cui vi è una franosità reale diffusa. Determinante per l'innescò di questi fenomeni è la modificazione antropica del paesaggio naturale. Questi fenomeni si sono verificati ad esempio in loc. St

Marta, C.Ile Bregonzi, e a Taggia a nord del rio Ferrale, dove sono previsti gli interventi di sistemazione del versante 11-G, 8-G e 7-G.

Per quanto riguarda la zona Nord dell'abitato di Triora è caratterizzata dalla presenza di un grosso corpo di paleofrana probabilmente molto profondo che si è riattivato superficialmente in zone molto ristrette dopo il Novembre 2000. Inoltre, la S.P. e alcuni edifici dell'abitato di Triora mostrano sintomi di instabilità latente. E' necessaria l'esecuzione di una serie di sondaggi geognostici per monitorare l'intera area (G-M) e capire il comportamento del materiale e per poter programmare interventi mirati a garantire la stabilità del centro abitato e della S.P.

L'abitato di Carpasio è caratterizzato dalla presenza di possibili fenomeni di instabilità legati alle caratteristiche scadenti geomeccaniche del corpo lapideo. L'intervento proposto 41-G, prevede l'esecuzione opere di consolidamento di una porzione del centro abitato in fregio a Via Trento previa indagini geognostiche.

La parte meridionale dell'abitato di Glori del Comune di Molini di Triora è interessata da una frana quiescente che in passato ha lesionato un fabbricato disabitato. Il fenomeno è avvenuto in corrispondenza del contatto tra argilloscisti ed arenarie. La causa del movimento va ricercata nelle abbondanti infiltrazioni di acqua meteorica a seguito di forti precipitazioni. Sono state eseguite delle opere di consolidamento dopo il 1971. Si propone un monitoraggio geotecnico (G-M) dell'area per accertare eventuali ulteriori fenomeni di dissesto nella zona.

Nella parte bassa della valle, dove la litologia appartiene ai lembi pliocenici, ed in corrispondenza delle aree a maggiore acclività, la pericolosità è generalmente alta soprattutto in considerazione del comportamento dei materiali quando fortemente imbibiti. (strada per Castellaro).

Le discariche legate alle cave di ardesia, sono state nei casi in cui la loro perimetrazione non coincide con quella del PTRAC, inserite nella classe Pg3A per sottolineare la loro influenza sull'assetto idrogeologico.

3.3 Problematiche di tipo idraulico

3.3.1 Aree storicamente inondate

Le aree storicamente inondate (indicate nella cartografia del presente Piano col simbolo A*) rappresentate nella carta relativa al Piano approvato con D.C.P. n. 18 del 27.02.2003 e s.m.i., in quanto relative a corsi d'acqua minori non indagati, sono state reintegrate nella nuova cartografia

Tali fasce sono state riprese da quelle deliberate dalla regione con DGR n. 2615/98 ed adattate alla morfologia del territorio, perché in alcuni casi ricadevano in aree di versante o comunque in zone non raggiungibili in alcun modo dalle piene del torrente limitrofo.

3.3.2 Verifiche idrauliche

3.3.2.1 Premessa

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. Nel caso in esame l'indagine è stata condotta attraverso la verifica idraulica, in ipotesi di moto in regime permanente, di diversi tratti del torrente Argentina nelle aree ritenute a maggior rischio:

- .- tratto terminale dalla foce ai ponti presso la centralina ENEL e l'idrometro di Merelli,
- nodo di Badalucco, dalla confluenza del torrente Oxentina (compreso) al ponte in località Desteglio a Montalto Ligure (compresa la confluenza del torrente Carpasina e del Rio Sant'Antonio)
- nodo di Agaggio con la confluenza del Rio Agaggio,
- nodo di Molini di Triora con la confluenza dei rii Capriolo e Corte,
- singoli ponti quali ponte nuovo, ponte vecchio, ponte di Carpenosa per Aigovo e ponte della Ferriera per Gavano sul torrente Argentina; ponte presso il rio Ruglio sul torrente Oxentina; ponte Passetto e ponte Salini sul torrente Carpasina; ponte Molino Colombera sul Rio Capriolo, ponti importanti per la possibilità di raggiungere anche i centri minori della vallata.

È stata inoltre effettuata un'analisi idraulica di dettaglio in moto vario bidimensionale nel tratto compreso tra il viadotto dell'Autostrada dei Fiori e la Foce del Torrente Argentina.

3.3.2.2 Metodologia di calcolo

Per la modellazione idraulica monodimensionale in condizioni di moto permanente ci si è avvalsi del codice di calcolo HEC-RAS, elaborato dall'*U.S. Army Corps of Engineers*.

Detto codice, che è oggi ampiamente utilizzato in campo nazionale ed internazionale nello studio dei problemi di idraulica fluviale, a partire dalla conoscenza della geometria dell'alveo, dei valori di scabrezza e della portata di riferimento, restituisce il profilo di corrente monodimensionale, corrispondente al passaggio del sopra detto valore della portata di riferimento.

Il codice di calcolo in questione è basato sostanzialmente sull'integrazione, in termini finiti, dell'equazione dell'energia di una corrente:

$$\frac{\Delta E}{\Delta S} = i - j$$

dove:

- E = variazione dell'energia della corrente tra due sezioni di calcolo;
- S = distanza tra le due sezioni di calcolo;
- i = pendenza del fondo alveo;
- j = cadente della linea dell'energia.

Il software bidimensionale *Basement (Basical Simulation Environment)* – versione 1.5 – è stato sviluppato da VAW (laboratorio di idraulica idrologia e glaciologia di Zurigo) in collaborazione con ETH (laboratorio federale svizzero di tecnologia). Il codice risolve le equazioni di De Saint Venant bidimensionali, nell'ipotesi di pressione idrostatica lungo la verticale. Per la soluzione il codice utilizza la tecnica dei volumi finiti su griglia non strutturata. La tecnica dei volumi finiti consente di rappresentare in modo corretto sia correnti in moto subcritico che supercritico, come pure di descrivere fronti d'onda ripidi come quelli che si verificano in caso di rottura d'argini o dighe. La tecnica dei volumi finiti consente inoltre il controllo preciso dell'equazione di continuità nei problemi di flood and dry, continuità non sempre strettamente garantita nei metodi agli elementi finiti e differenze finite. BASEMENT è perciò particolarmente adatto a descrivere propagazioni di onde su asciutto come quelle che si verificano durante gli allagamenti delle zone golenali. Le griglie non strutturate consentono di descrivere in dettaglio

il dominio di calcolo, permettendo di variare le dimensioni degli elementi infittendo la griglia di calcolo dove le variazioni geometriche sono più accentuate e/o dove si vuole un livello di dettaglio più accurato. Nei modelli costruiti con BASEMENT è possibile definire come condizioni al contorno di valle condizioni di moto uniforme o relazioni livello e portata. Come condizioni al contorno interne è inoltre possibile definire strutture come stramazzi e tombini.

I dati utilizzati, le elaborazioni condotte e i risultati ottenuti per mezzo dei due modelli numerici sono descritti in dettaglio nell'allegato n. 2 alla relazione di Piano.

3.3.3 Fasce di inondabilità e ambiti normativi delle fasce di inondabilità

I criteri regionali, di cui alla raccomandazione n.7/99 "*Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*" e alla DGR 357/2001 e ss. mm. e ii., prevedono che, nell'ambito della pianificazione di bacino di rilievo regionale, il livello "standard" di individuazione della pericolosità idraulica sia rappresentato dalla individuazione delle cosiddette "fasce di inondabilità", che rappresentano porzioni di territorio esterne all'alveo caratterizzate da uguale probabilità di inondazione. In particolare la normativa regionale prevede l'individuazione di tre fasce di inondabilità, che corrispondono a tre tempi di ritorno della piena di riferimento, rispettivamente pari a 50, 200, e 500 anni.

Questa impostazione si basa sulla consolidata assunzione che un evento di inondazione sia tanto più pericoloso quanto più è frequente; la pericolosità idraulica, pertanto, è al **tempo di ritorno T** della piena di riferimento, il quale fornisce una stima del valore di portata che può venire mediamente superato ogni T anni.

I criteri regionali, peraltro, prevedono la possibilità di individuare, sulla base di opportuni approfondimenti all'interno delle aree inondabili ad assegnato tempo di ritorno, aree che risultino a "minor pericolosità relativa", sulle quali prevedere una disciplina più adeguata che consenta possibilità edificatorie diversificate rispetto a quelle ammesse nelle rispettive fascia di inondabilità (*rif.*: paragrafo 3.1, lettera c), punto 1) e punto 2) dei criteri approvati con D.G.R. 357/2001).

In particolare, sulla base di opportuni approfondimenti degli studi idrologico – idraulici di supporto, possono essere determinate appropriate grandezze di riferimento, utili per il conseguimento di una più

puntuale determinazione delle aree inondabili ed una conseguente migliore definizione del grado di pericolosità idraulica, tale da risultare maggiormente rappresentativa dell'effettivo assetto dei territori e degli eventi di riferimento. L'entità dei massimi tiranti idrici e delle velocità di scorrimento che si realizzano nelle aree inondabili stesse rappresentano grandezze fondamentali a questo fine, delle quali devono, quindi, essere determinate le soglie caratteristiche per la discriminazione di classi di diversa pericolosità relativa.

La definizione delle aree pericolose segue la direttiva della DGR 250/05, **così come sostituita dalla DGR 91/2013**, e s.m.i., che mette insieme i concetti di massima velocità e di tirante nella definizione delle aree pericolose stesse e della corrispondente carta degli ambiti normativi relativi alle fasce di inondabilità.

Si evidenzia che la determinazione di aree a diversa pericolosità relativa, al fine della differenziazione della corrispondente disciplina, si applica alle sole fasce A e B (relative a tempi di ritorno pari rispettivamente a 50 e 200 anni), in quanto non influenza in modo significativo la fascia C (relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni), la cui disciplina consiste, nella sostanza, in una semplice normativa di attenzione.

Il criterio fondamentale, assunto come riferimento per la definizione delle aree a diversa pericolosità relativa, è basato sulla determinazione di soglie idrodinamiche di pericolosità fondate sul concetto di *spinta tollerabile condizionata all'energia specifica*, considerando l'azione meccanica di una corrente in termini di spinta e di energia. L'applicazione di tale criterio porta alla definizione della relazione tirante – velocità associato ad una spinta assegnata condizionata dall'energia specifica. In merito ai valori di spinta tollerabile, in base ai risultati sperimentali e alle diverse prescrizioni ricavabili dalla letteratura, è stato assunto il valore di **1500 N/m** quale rappresentativo della **bassa pericolosità**, mentre al superamento di un valore di circa **2500 N/m**, si realizzano invece condizioni di **alta pericolosità**. Tale criterio è stato confrontato ed integrato con altre conoscenze e valutazioni in merito, con particolare riferimento alla stabilità degli individui, alla resistenza strutturale degli edifici e alla mobilitazione degli autoveicoli in condizioni di inondazione.

Dalla valutazione congiunta dei vari aspetti succitati si è giunti alla definizione del criterio che si assume per la definizione della pericolosità idraulica relativa, sulla base dell'entità di tiranti idrici e velocità di scorrimento finalizzata alla individuazione di ambiti normativi **di fascia B**, quale riportato graficamente nella figura seguente.

All'interno della fascia B possono essere individuate, sulla base delle caratteristiche dell'inondazione a T=200 anni, come già previsto dai criteri ex DGR 250/2005, aree a "minor pericolosità relativa", B0, nelle quali sia consentito procedere ad interventi di nuova edificazione e di ristrutturazione urbanistica con la messa in opera di accorgimenti tecnico-costruttivi efficaci per il non aumento del rischio accompagnati dalle adeguate misure di protezione civile. Sulle restanti aree, BB, rimane appropriata la normativa generale di fascia B.

In continuità con quanto previsto nei criteri ex DGR 250/2005, le aree B0 sono individuate con il criterio di cui alla figura e tabella seguenti.

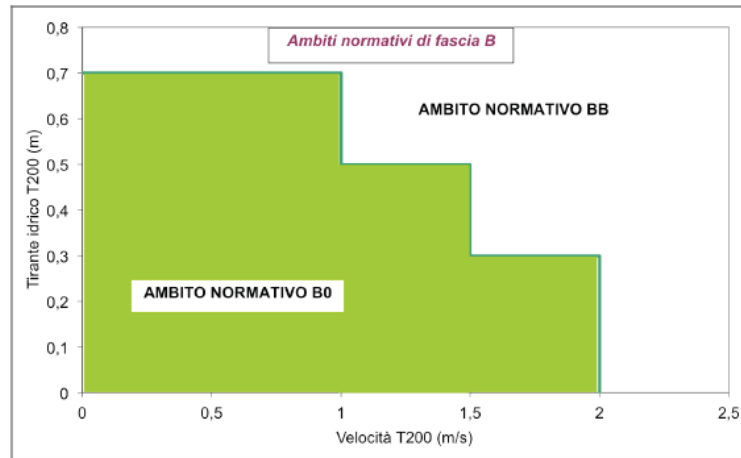


Figura 1. Soglie di pericolosità relativa in termini di tirante idrico locale h_{200} condizionato alla velocità locale della corrente v_{200} ai fini della definizione degli ambiti normativi in fascia B

Fascia B – Evento di piena per T= 200 anni individuazione ambiti B0	
Condizioni di velocità di scorrimento	Condizioni di tirante idrico
0 m/s < v < 1 m/s	h ≤ 0,70 m
1 m/s < v < 1,5 m/s	h ≤ 0,50 m
1,5 m/s < v < 2 m/s	h ≤ 0,30 m

L'applicazione della metodologia di individuazione cartografica degli ambiti normativi qui delineata deve, in ogni caso, basarsi su risultati di studi idraulici di dettaglio, che permettano di determinare affidabilmente, oltre alla perimetrazione delle aree inondabili, le entità dei tiranti idrici e delle velocità di scorrimento che vi si realizzano. A tale proposito si richiama, tra l'altro, il disposto dell'allegato 2 alla DGR 16/2007. Tali studi dovranno prendere in considerazione l'intero corso d'acqua, o, in caso di bacini di rilevanti dimensioni, tratti significativi di corso d'acqua e/o l'area inondabile interessata nella sua interezza.

Non è esclusa peraltro la possibilità di addivenire all'individuazione degli ambiti B0 e BB anche sulla base di studi idraulici di supporto caratterizzati da un minor grado di approfondimento della modellistica matematica, quali quelli ad esempio che non consentano di determinare affidabilmente le velocità nelle aree inondabili, purché lo studio idraulico di supporto abbia comunque caratteristiche di sufficiente approfondimento, tali da permettere l'individuazione dell'entità dei tiranti idrici massimi all'interno delle aree inondabili stesse, e purché una valutazione, anche di massima, permetta di garantire che non vi si possano realizzare velocità elevate. In tali casi si può procedere alla redazione della carta degli ambiti normativi classificando, le zone B0 quali quelle in cui si verificano valori dei tiranti massimi 200ennali inferiori a 0,30 m, che, sulla base degli studi effettuati, rappresenta la soglia che individua, in generale, condizioni di pericolosità modeste.

Fermo restando che, in assenza di studi di dettaglio, le fasce di inondabilità attualmente mappate mantengono la loro classificazione in zone A B e C, sulla base degli esiti degli studi di cui sopra saranno rappresentati in una apposita carta, integrativa rispetto a quella delle fasce di inondabilità, in cui siano mappate le aree di fascia A, gli ambiti BB e B0, e la fascia C.

Si ricorda che i valori dei tiranti idrici e delle velocità, cui si fa riferimento nella procedura delineata ai paragrafi precedenti per l'individuazione della "minor pericolosità", sono, in ogni zona, rispettivamente quelli massimi che si possono realizzare nella zona stessa durante l'evoluzione della piena. Solo in casi particolari, tuttavia, laddove possa risultare significativa la non contestualità dei valori massimi di tiranti e velocità nel corso della piena, possono, in alternativa, essere utilizzati i valori massimi del solo tirante idrico accoppiati ai contestuali valori di velocità.

Nella cartografia dovrà essere evitata la mappatura di aree a bassa pericolosità relativa inglobate in aree ad alta pericolosità relativa, specie se di modesta estensione rispetto all'area complessiva, anche se risultante dalla applicazione automatica dei criteri descritti (ad es. ambito B0 completamente contornate da un ambito BB o A); le singole situazioni dovranno, quindi, essere valutate nel merito dal redattore dello studio, in quanto tali "isole", derivanti dalla mera applicazione della procedura sui risultati degli studi idraulici, sono da ritenersi non significative in termini di pianificazione di bacino. Sono inoltre da evitare, in coerenza con i criteri ex DGR 16/2007, mappature di aree inondabili o ambiti normativi significativamente condizionati da elementi urbanistico-edilizi.

La mappatura finale delle fasce di inondabilità sarà pertanto composta dai seguenti tre livelli normativi: **A, BB, B0 e C.**

A seguito della modellazione idraulica condotta (modello monodimensionale del Torrente Argentina e dei suoi principali affluenti nei tratti più significativi e approfondimenti mediante modello bidimensionale del tratto compreso tra il viadotto dell'Autostrada dei Fiori e la Foce del T. Argentina) è stato possibile:

- valutare la massima portata smaltibile allo stato attuale dal corso d'acqua;
- individuare le fasce di inondabilità A, B, C per l'intero tratto di corso d'acqua in esame;
- determinare i valori dei tiranti massimi e delle massime velocità di scorrimento nelle aree inondabili indagate mediante il modello bidimensionale;
- perimetrare le fasce di inondabilità e gli ambiti normativi;
- suddividere le aree inondabili nelle diverse classi di rischio.

In particolare, la perimetrazione delle aree inondabili è stata determinata, per le aree a monte del viadotto dell'Autostrada dei Fiori, dall'intersezione tra i massimi livelli di piena ricavati mediante la modellazione monodimensionale con le curve di livello delle aree latitanti il corso d'acqua. I risultati così ottenuti, che in alcuni tratti risultano affetti da possibili errori determinati dai limiti della base informativa disponibile in relazione anche alla particolare conformazione del territorio, sono stati verificati in base a specifici sopralluoghi ed in caso opportunamente corretti.

Per la definizione della pericolosità nel tratto del Torrente Argentina a valle del viadotto dell'Autostrada dei Fiori si sono innanzitutto predisposte le mappe con tiranti e velocità massime per le piene con tempo di ritorno 50 e 200 anni. Per fare ciò per ogni nodo della griglia di calcolo sono stati determinati i valori massimi di tirante e velocità e sono stati esportati i file con le coordinate dei nodi e i valori massimi. Questi file sono stati importati in ArcView e sono stati costruiti i TIN relativi, i TIN sono stati successivamente trasformati in grid con passo 1 m, tali grid sono stati utilizzati per la redazione delle tavole dei massimi tiranti idrici e delle massime velocità di scorrimento.

I grid sono stati successivamente elaborati con un apposito programma che sulla base dei 4 valori di ogni cella determina in che ambito normativo la cella ricada applicando la metodologia della DGR 250/2005. Il risultato ottenuto dalla mera applicazione della metodologia è poi stato rielaborato in modo critico,

mediante sopralluoghi in campo, per evitare la presenza di aree a bassa pericolosità interne ad aree con più alta pericolosità come prescritto dalla normativa.

3.3.3.1. Aggiornamento aree inondabili

Successivamente all'elaborazione dello studio idraulico di dettaglio del T. Argentina nel tratto compreso tra il viadotto dell'AdF e la Foce si è riscontrata una modificazione topografica di un'area ubicata in sinistra idrografica del T. Argentina, eseguita sulla base di autorizzazioni rilasciate in precedenza dalla Provincia in relazione a studi di dettaglio bidimensionali aventi schemi di calcolo e portate di massima piena diverse da quelle ricalcolate a seguito dell'aggiornamento degli studi idrologici.

I risultati dell'analisi integrativa hanno portato ad una parziale modifica delle fasce di inondabilità e dei relativi ambiti normativi nell'area oggetto di modifica topografica. Nelle zone adiacenti non si rilevano modifiche significative dei tiranti idrici e delle velocità di scorrimento rispetto allo scenario antecedente alla modifica topografica, tali da determinare una modifica delle fasce di inondabilità e dei relativi ambiti normativi nelle aree adiacenti stesse.

3.4. Principali criticità del bacino

L'analisi delle carte di pericolosità redatte porta in primo luogo a riconoscere eventuali caratteri comuni all'interno delle criticità.

Alla scala di bacino, comunque, le criticità più evidenti e pressanti risultano essere di tipo idraulico, con particolare riferimento all'insufficienza idraulica del tratto terminale densamente urbanizzato e di quello in corrispondenza dell'abitato di Badalucco. La problematica generale che si ripete lungo tutta l'asta del torrente Argentina è l'insufficienza idraulica delle sezioni e la presenza di edificazione in aree di competenza del corso d'acqua.

Il rilevamento geomorfologico ha riscontrato come gran parte delle criticità sia localizzata in corrispondenza delle linee di scorrimento preferenziali delle acque superficiali, con scarsa copertura vegetale e fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata, e soprattutto laddove forme di utilizzo del suolo, che prevedevano il drenaggio e la raccolta e l'allontanamento delle acque di corrivazione superficiale, sono state trascurate o abbandonate. I dati acquisiti portano a ritenere che il Torrente Argentina sia attualmente in una fase di ringiovanimento, soprattutto a seguito dell'evento alluvionale del novembre – dicembre 2000 , caratterizzato dalla forte erosione delle aste fluviali di qualsiasi ordine

gerarchico. Da questo dato, ne deriva come le problematiche geomorfologiche più diffuse all'interno del bacino si manifestino sia attraverso debris flow, sia come frane di crollo localizzate, sia come ruscellamento diffuso ed incanalato.

Le discariche in ardesia in realtà rappresentano una delle principali criticità del bacino in quanto spesso accumulate in prossimità dei corsi d'acqua con scarpate eccessive e senza essere protette adeguatamente dall'erosione spondale; sono situazioni che andrebbero bonificate sia per annullare il rischio di frane che comporterebbero lo sbarramento totale dei corsi d'acqua, sia per ridurre il trasporto solido.

Per quanto riguarda il rischio di inondazione, l'esame delle fasce di inondabilità mostra come ci siano estese aree inondabili nel tratto terminale, nella zona di Badalucco e nella parte bassa di Molini oltre in quasi tutte le zone in cui vi è la presenza di ponti che provocano esondazioni in virtù del profilo di rigurgito che si instaura a monte degli stessi.

Nella fase di sopralluogo si è riscontrata la presenza di numerosi edifici che quasi fungono da argine del torrente (Agaggio, Badalucco e case sparse). Alcuni edifici hanno finestre e accessi prospicienti l'alveo, pertanto sono allagabili nel caso in cui si verifichi un fenomeno di piena.

Altra problematica associata agli argini è lo stato di conservazione, infatti si sono riscontrati argini in precarie condizioni che spesso fungono anche da opere di sostegno della statale 548, spesso unica via di comunicazione per la valle.

Una analisi più puntuale delle criticità idrauliche del bacino, a seguito della rideterminazione delle portate di piena, è riportata nelle pagine seguenti procedendo da valle verso monte.

- Torrente Argentina tra la Foce e il viadotto dell'Autostrada dei Fiori:

La modellazione monodimensionale ha consentito l'individuazione di diverse criticità per il tratto di corso d'acqua studiato, alcune delle quali di carattere puntuale, connesse ad esempio alla presenza di manufatti in alveo insufficienti che determinano profili di rigurgito verso monte con conseguenti esondazioni, altre di

tipo più distribuito legate, ad esempio, all'insufficienza della difese arginali lungo un certo tratto del corso d'acqua. L'analisi idraulica bidimensionale ha consentito di valutare nel dettaglio la dinamica di esondazione

Tra le criticità puntuali si segnala:

- il ponte di foce (ex ferroviario), per il quale si rileva un funzionamento in pressione a partire dalla portata di 1450 mc/s (considerando ovviamente anche il contributo delle luci attualmente adibite a sottopasso stradale, ma che di fatto in condizioni di piena mantengono pienamente la funzione idraulica). L'attraversamento influenza tuttavia in modo rilevante il comportamento idraulica di piena anche per portate notevolmente inferiori, in considerazione della notevole ostruzione costituita dalle 4 pile in alveo, peraltro non perfettamente allineate al deflusso di piena (con conseguente ulteriore aggravio del coefficiente di contrazione determinato dal manufatto);
- l'attraversamento di via XXV Aprile (ponte di Taggia), per il quale iniziano a manifestarsi funzionamenti in pressione con portate di 1350 mc/s, ma la cui influenza sui livelli di piena si manifesta in modo rilevante anche per portate inferiori in considerazione delle caratteristiche idrodinamiche del corso d'acqua in corrispondenza della sezione dell'attraversamento;
- ponte di Levà, per il quale le caratteristiche idrodinamiche "indisturbate" del corso d'acqua sono di corrente lenta, ma la quota di intradosso insufficiente del manufatto determina l'interessamento dell'impalcato sui deflussi a partire da 1500 mc/s;
- varchi locali nelle attuali linee di difesa, tra cui quella immediatamente a monte del ponte Romanico in sinistra idraulica in corrispondenza del quale si ha un brusco abbassamento della quota arginale dal valore di ca. 32.4 m s.l.m. a 30.3 m s.l.m. ca.

Situazione di criticità idraulica di tipo più esteso si hanno, anche per valori di portata cinquantennali, in sinistra idraulica nel tratto che si sviluppa da monte del viadotto dell'autostrada dei Fiori fino alla sezione 92 di rilievo (inizio del muro arginale in cemento armato di recente realizzazione che termina in corrispondenza del manufatto stesso). Queste insufficienze rivestono grande importanza ai fini delle esondazioni che si propagano verso valle.

Si evidenzia come la criticità idraulica in sinistra idraulica si manifesti fin da monte, ossia già a partire dalla sezione 106 (sommità briglia), con deflussi di piena non contenuti in alveo e che quindi, specie in sinistra idraulica, danno inizio ai fenomeni di esondazione e propagazione verso valle delle portate esondate.

Anche in destra idraulica nel tratto sopra indicato si verificano esondazioni, ma in questo caso l'allagamento rimane confinato in quanto la situazione topografica è limitata dal limite costituito dalla Provinciale 548, e con portate destinate comunque a rientrare in alveo allorché la provinciale stessa si riavvicina alla difesa (muro in c.a.) tra le sezioni 89 e 88 di rilievo.

Altra significativa insufficienza idraulica di tipo "esteso", ossia riconducibile a difese idrauliche insufficienti, è quella che si verifica a valle del ponte della Statale Aurelia in destra e sinistra idraulica fino alla sezione di foce. In questo caso l'insufficienza delle quote di difesa trova ulteriore aggravio dall'ostruzione rappresentata dal ponte di foce (precedentemente evidenziata), che determina quote idriche particolarmente elevate nel tratto tra i due ponti di valle, e dalla situazione topografica caratterizzata da quote del piano campagna particolarmente basse, senza elementi fisici che consentano il contenimento dei volumi di piena esondati. Peraltro in sinistra idraulica la presenza di un vasto terrapieno prospiciente alla linea di battigia non agevola il deflusso a mare dei volumi esondati.

In questo quadro di criticità idraulica l'influenza sui profili di piena determinata dai pennelli di foce risulta nel complesso di rilevanza non primaria: in particolare le verifiche condotte (nell'ottica di definizione di un quadro di sistemazione idraulica per la parte di valle) nell'ipotesi di ridurre tali elementi non hanno evidenziato alcun beneficio in termini di quote idriche a monte del fonte di foce.

Per un approfondimento tecnico delle criticità idrauliche riscontrate e per l'analisi della dinamica di esondazione derivante dal modello bidimensionale si rimanda all'allegato tecnico n. 2 della presente relazione di Piano.

- rete minore in sponda destra tra gli abitati di Arma e Taggia:

occorre garantire il corretto deflusso dei rii Ciapuzza e Batexi che nei tratti pianeggianti hanno subito restringimenti dell'alveo. A monte dell'abitato di Taggia occorre sistemare il Rio Ferraie in pronunciata erosione con notevole trasporto solido e conseguente instabilizzazione del versante.

Torrente Argentina tra le sorgenti Reghezza e il viadotto dell'autostrada

Il tratto non presenta particolari problemi se non quelli di proteggere i manufatti arginali dall'azione erosiva del torrente. In qualche caso risulta necessario anche ricostruire totalmente le difese spondali.

Urgente invece la delocalizzazione dell'impianto di compostaggio in sponda destra del torrente Argentina tra il ponte della centrale ENEL e il ponte delle sorgenti Reghezza: esiste il rischio sia di inquinamento sia per la sicurezza degli operatori.

Tratto del Torrente Argentina tra le confluenze coi torrenti Carpasina e Oxentina

A seguito della rideterminazione delle portate di piena l'analisi idraulica monodimensionale ha condotto ai seguenti risultati:

- a monte di Montalto Ligure, all'inizio del tratto indagato, in sponda sinistra si ha la riduzione della fascia A alla sezione dell'alveo;
- nel tratto interessato dalla confluenza del T. Carpasina, in sponda destra, si conferma la fascia A nel tratto in corrispondenza del ponte Isola Lunga, mentre a valle la fascia A rientra nella sezione dell'alveo; nel caso delle fasce B e C si confermano le attuali, con locali allargamenti;
- in corrispondenza dell'abitato di monte di Badalucco, in sponda sinistra si ha una minima riduzione della fascia B, contenuta dalla strada S.S. 548 sino al ponte pedonale presso la sezione 2410;
- in corrispondenza dell'abitato di valle di Badalucco, in sponda destra si ha una iniziale riduzione della fascia B che ritorna ad allargarsi verso il ponte romanico;
- in corrispondenza del ponte Fraitusa, in sponda destra le fasce A e B sono contenute all'interno della sezione dell'alveo;
- in corrispondenza della confluenza con il T. Oxentina e nel tratto di monte, le fasce A e B sono state ampliate sulla base della cartografia disponibile.

Torrente Argentina: tratto di confluenza col T. Agaggio

Nel tratto di T. Argentina considerato, a seguito della rideterminazione delle portate di piena si rileva una riduzione della fascia A in sponda destra, che rientra nella sezione d'alveo.

Per quanto riguarda il Rio Agaggio, si riscontra una riduzione della fascia C, in sponda destra in corrispondenza della confluenza col T. Argentina.

T. Argentina località Molini di Triora: tratto Capriolo – Argentina

La riduzione delle portate sui Rii Corte e Capriolo ha prodotto una diminuzione significativa dei livelli idrici solo nel tratto a monte della confluenza in località Molini Isolazza (circa -2.0 m), mentre nel tratto di valle sino alla confluenza del Rio Capriolo nel T. Argentina non si rilevano variazioni significative dei livelli (circa -0.5 m).

Sul T. Argentina si rileva una riduzione della portata con una diminuzione dei livelli idrici significativa lungo l'intero tratto indagato (circa -1.5 m).

La morfologia del territorio con alveo incassato fra versanti che salgono rapidamente, permette modifiche locali sulle delimitazioni delle fasce dei rispettivi rii. In particolare, le variazioni si hanno:

- a monte della confluenza con il Rio S. Antonio del t. Capriolo, in sponda destra i livelli nei diversi tempi di ritorno sono sempre contenuti in alveo;
- presso la confluenza in sponda sinistra si ha una diminuzione della fascia B;
- a valle della confluenza in sponda sinistra la fascia A contiene altresì i livelli della fascia B e C, mentre in sponda destra la fascia C sostituisce le fasce A e B.

Limitate variazioni invece sono state apportate alle aree allagabili nei diversi tempi di ritorno sul t. Argentina:

- in corrispondenza del ponte a monte della confluenza del rio Capriolo, dove le nuove fasce A e B corrispondono alla sezione dell'alveo, contemporaneamente è stata ridotta la fascia C;
- a valle della confluenza del rio Capriolo in sponda sinistra alla fascia B corrispondono anche i livelli con T=500 anni.

- tratti non indagati del torrente Argentina (tali tratti sono stati oggetto di approfondimenti e sopralluoghi finalizzati ad ottemperare a quanto prescritto, con parere vincolante, da parte della Regione Liguria, ed all'effettuazione di tali sopralluoghi è seguita la redazione di una carta integrativa degli allegati idraulici riportante il punto di ripresa delle fotografie):

1) nel primo tratto non indagato (tra il ponte delle Sorgenti Reghezza e la confluenza con il torrente Oxentina) non si avvertono particolari criticità di tipo idraulico. Il torrente Argentina scorre incassato nella valle e non ci sono particolari rischi di esondazione se non in aree con presenza praticamente nulla di elementi a rischio. A tal proposito si vedano le fotografie dal n. 25 al n. 36.

2) nel secondo tratto non indagato (tra la località Desteglio e l'abitato di Agaggio) il torrente scorre a fondo valle con in fregio la vecchia Strada Provinciale. Le fotografie inerenti il tratto in esame sono quelle dal n. 7 al n. 24. Sono presenti le seguenti criticità:

a) inversione di percorso in corrispondenza del Rio Aurighi; la deviazione è stata realizzata all'epoca di costruzione della diga di Glori. Il corretto senso di deflusso non è più stato ripristinato per cui in corso di piena la sede viaria può essere inondata.

b) il ponte Nuovo e il ponte Vecchio sono dimensionati per il deflusso della portata cinquantennale e non soddisfano invece il requisito della portata duecentennale con rischio di esondazione sulla sede viaria.

c) trattasi di ripristinare le aree utilizzate dalle cave di Carpenosa come vasche di lavaggio e decantazione di materiali inerti e di risanare il corso d'acqua restituendolo alle sue condizioni naturali.

3) nel terzo tratto non indagato (tra l'abitato di Agaggio e quello di Molini) le criticità si individuano nel ponte della Ferriera (collegamento tra la SS 548 e la frazione di Gavano) che risulta insufficiente per il transito delle portate con tempo di ritorno cinquantennale e nel sifonamento di una grossa briglia in prossimità dell'innesto della strada per Andagna. Il rischio è determinato in un caso dall'esondazione sulla viabilità e sulla possibile interruzione della stessa, nell'altro nell'erosione al piede delle opere d'arte che sostengono la SS 548 e l'intero versante.

Le fotografie inerenti il tratto in esame sono quelle dal n. 1 al n. 6.

4) tratti montani del torrente Argentina, Oxentina, Carpasina, Capriolo, Corte non indagati:

nei tratti in questione non si sono rilevati particolari criticità di tipo idraulico se non quelle dovute alla mancanza di opere di manutenzione e di salvaguardia. Le aree esondabili sono situate in gole profonde ed in genere in zone boschive dove il grado di rischio idraulico è basso.

- rete minore:

la rete minore presenta criticità diffuse soprattutto in corrispondenza degli attraversamenti stradali. Inoltre si hanno fenomeni diffusi di erosioni spondali e di fondo con mobilitazione di notevole trasporto solido. L'erosione provoca instabilizzazione di versanti caratterizzati anche da frane di calamento a seguito di precipitazioni intense e ripetute. Questa tipologia di criticità viene indicata genericamente perché non oggetto di studio in un piano di bacino stralcio per il rischio idraulico e geologico.

Criticità sia di tipo idraulico che geologico si manifestano sul Rio Santa Lucia sul Rio Barbarasa e sul Rio Ferraie a Taggia e in località Isola Cian nel comune di Molini. Le problematiche sono del tipo erosione spondale e di fondo con incisione del versante, in genere molto acclive, e conseguenti calate a seguito di precipitazioni intense e ripetute. A seguito dei franamenti si possono determinare ostruzioni nel corso d'acqua che provocano "piccoli" laghi soggetti a rotture repentine degli sbarramenti di chiusura con amplificazione della portata durante gli eventi di piena. Per gli interventi si fa riferimento alle schede 13-Ir e 5-G-CL (Santa Lucia e Barbarasa), 16-Ir e 7-G-DF (Ferraie) e 37-Ia e 12-G-CL (Isola Cian) in cui i costi sono suddivisi per ognuna delle due problematiche.

Nell'ambito della revisione del presente Piano di Bacino a seguito della rideterminazione delle portate di piena è stata altresì svolta un'analisi idrologica – idraulica sui rivi minori, finalizzata ad individuare condizioni di deflusso ed eventuali criticità in relazione ad eventi critici del T. Argentina. Il tutto nell'ottica di definire un assetto sistematorio per il corso d'acqua principale in grado di dare effettiva risposta agli obiettivi di messa in sicurezza idraulica perseguiti. Lo studio sui rivi minori è interamente riportato nell'allegato 2 alla relazione di Piano; di seguito vengono invece evidenziate le principali criticità riscontrate:

- le immissioni del Rio Gravinaie e del Rio Ciapuzza (peraltro entrambi oggetto di recenti interventi) determinano situazioni di rigurgito dal T. Argentina per valori di portate nel torrente tutt'altro che rilevanti, in virtù di una quota di immissione degli affluenti particolarmente sfavorevole rispetto alle quote idriche dell'Argentina;
- i rivi Barbarasa, S. Lucia, Castagne e Beglini hanno situazioni di scarico rigurgitato in occasione delle piene ad elevato tempo di ritorno del T. Argentina, con conseguente instaurarsi di condizioni di moto in pressione all'interno delle tombinature per eventi di piena concomitanti;
- situazioni meno sfavorevoli si hanno per il rio Longhi, in sinistra idraulica immediatamente a valle del viadotto A.d.F. e per il rio Corneo, che presenta una quota sufficientemente alta (anche in virtù di un salto di ca. 2 m immediatamente a monte dell'immissione);
- il rio Ferrale, affluente in sinistra dell'Argentina a monte del ponte Romanico, nel tratto compreso tra la SP 548 (attraversamento semicircolare rilevato) e l'attuale sbocco nel T. Argentina non presenta più sezioni idrauliche proprie (l'alveo viene a coincidere con la viabilità secondaria di accesso ad alcune serre).

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.

Nell'ambito degli studi idraulici di dettaglio propedeutici alla revisione del presente piano a seguito della rideterminazione delle portate di piena è stata svolta un'analisi sul trasporto solido e sulle tendenze evolutive dell'alveo, articolata nei seguenti punti:

- Caratterizzazione granulometrica dell'alveo, sulla base di n. 4 campionamenti;
- Verifiche di trasporto solido effettuate mediante il codice di calcolo *SRH – Sedimentation and River Hydraulic* sviluppato dall'*US Department of Interior*. *SRH* è un modello idrodinamico e sedimentologico in grado di simulare condizioni di moto stazionario e vario. Per le analisi in moto stazionario *SRH* adotta lo *standard step method* per la risoluzione dell'equazione dell'energia. Anche la valutazione delle perdite di carico tra le sezioni è analoga a quella impiegata dal software dell'*U.S. Army Corps*. Per le simulazioni in moto vario e la risoluzione delle equazioni che governano il fenomeno (equazione di continuità e momento) *SRH* utilizza uno schema numerico basato su metodi alle differenze finite su una griglia sfalsata (i punti di calcolo delle variabili *Q* e *A* non sono coincidenti, ma alternati);
- Simulazione di evento relativa allo stato di fatto, con individuazione degli scenari relativi alle evoluzioni dell'alveo per eventi con 10, 20 e 50 anni di tempo di ritorno.

I risultati dell'analisi condotta mostrano una tendenza all'erosione a monte delle soglie esistenti e di deposito a valle, ma nell'insieme la configurazione della linea di thalveg è sostanzialmente stabile.

Per una completa descrizione delle caratteristiche del modello e della metodologia adottata si rimanda all'allegato n. 2 alla presente relazione

3.6 Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale

La direttiva europea n.43 del '92, nota con il nome di "Direttiva Habitat" per la salvaguardia della biodiversità, è costituita sul territorio da una rete di aree di particolare interesse naturalistico, denominate Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Tali siti sono finalizzati a garantire il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente di habitat e specie della flora e della fauna da proteggere evitando fenomeni di degrado.

Nell'ambito del presente Piano di Bacino sono stati individuati i seguenti Siti di Importanza Comunitaria (SIC):

IT 1314611 Monte Gerbonte

Caratteristiche generali

Il sito è di eccezionale importanza per l'eterogeneità degli ambienti e la presenza di habitat di specie alpine esclusive, rare o al loro limite geografico.

Il Monte Gerbonte è il nucleo centrale di un'area fra le più interessanti della Valle Argentina in un paesaggio di boschi di conifere e latifoglie, rupi e arbusteti alpini. I substrati dominanti sono calcari marnosi cretacei e calcari nummulitici eocenici con porzioni di flysch marnoso argillitico. Gli eventi tettonici ed erosivi hanno generato profondi canali e gole, in particolare presso il ponte di Loreto sul torrente Argentina.

Habitat di maggiore interesse

Alcuni habitat sono di tipo alpino e hanno pertanto una elevata significatività per la Liguria. Si tratta soprattutto di boschi di pino silvestre misti con latifoglie che alle quote più alte diventano faggete e arbusteti di rododendro. Nelle formazioni rupestri si trovano nello stesso spazio ristretto elementi sia alpini sia mediterranei. Altri habitat interessanti sono i boschi misti di ornello e carpino nero al loro limite occidentale, i prati da fieno alle quote più basse e le praterie alpine alle quote più elevate.

Specie di maggior interesse

Nel sito sono presenti numerose specie vegetali endemiche, come *Gentiana ligustica*, *Viola valderia*, *Primula marginata*. Numerose le specie di orchidee ed interessante è la presenza a quote relativamente elevate di specie a gravitazione mediterranea come il ginepro fenicio ed il timo.

Nel sito sono segnalate molte specie di uccelli (stanziali e migratori) di interesse comunitario, come il gufo reale (*Bubo bubo*), il falco pellegrino (*Falco peregrinus*), l'Aquila (*Aquila chrysaetos*), lo Sparviere (*Accipiter nisus*)... Fra i mammiferi è importante la presenza del camoscio (*Rupicapra rupicapra*), la lepre alpina (*Lepus timidus*), l'Ermellino (*Mustela erminea*) e l'Arvicola delle nevi (*Microtus nivalis*) che sono

elementi alpini al limite meridionale. Sono segnalati, inoltre, invertebrati endemici o comunque rari sia nei coleotteri sia nei gasteropodi.

Osservazioni per la gestione e la valorizzazione

Il comprensorio include la Foresta Demaniale di Gerbonte che è finalizzata alla conservazione del patrimonio naturale e per la quale è auspicabile la classificazione di Riserva naturale Orientata che permetta una maggior fruizione didattica divulgativa dell'area. La gestione selvicolturale dovrebbe continuare secondo le linee attuali. Maggior attenzione si dovrebbe prestare al transito dei fuoristrada soprattutto in quota, alla caccia di frodo; l'apertura di strade deve essere limitata ai casi strettamente indispensabili. L'attività di pascolo e di fienagione sono da salvaguardare nelle aree dove sono attualmente esercitate o dove lo erano tradizionalmente.

IT 1315407 Monte Ceppo

Caratteristiche generali

Il Monte Ceppo è un imponente rilievo (1627 m) a una distanza piuttosto breve dal mare. I principali litotipi sono rappresentati da un flysch di marne ed arenarie calcaree. Il paesaggio è boscoso con aree ben conservate.

Habitat di maggior interesse

Di particolare pregio è la faggeta che, con la sua breve distanza dal mare, costituisce la principale peculiarità del sito. Le pinete di pino marittimo appaiono gravemente danneggiate da attacchi parassitari e dagli incendi; diffusa sulla superficie del sito la copertura di boschi di castagno, boschi misti di carpino nero e ornello. Nelle aree più aperte sono presenti formazioni erbacee aride ricche di orchidee (habitat di interesse prioritario).

Specie di maggior interesse

Fra le piante sono segnalate numerose specie endemiche come la *Gentiana ligustica*, la *Frittilaria involucrata*. È segnalata una dozzina di specie di orchidee protette da norme internazionali e regionali.

Per quanto riguarda la fauna da tutelare secondo la normativa internazionale si segnalano il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il Biancone (*Circaetus gallicus*), il Gallo forcello (*Tetrao tetrix*).

Osservazioni per la gestione e la valorizzazione

Nei versanti meridionali l'elevata vulnerabilità agli incendi ed il degrado causato dalle fitopatie rappresentano il problema principale e le previsioni di intervento sono volti al recupero delle fitocenosi degradate. La faggeta richiede interventi di protezione volti ad assecondare la sua evoluzione naturale.

IT1315503 Monte Carpasina

Caratteristiche generali

Il sito è caratterizzato dal crinale "M.Carpasina – Croce Alpe di Baudo – Pizzo dei Grossi" costituita geologicamente dal Flysch di Sanremo con prevalenza di calcari marnosi, marne e argilliti. Il paesaggio, un tempo segnato dal pascolo e dallo sfruttamento del bosco, attualmente manifesta un lento ritorno a condizioni più naturali.

Habitat di maggiore interesse

L'habitat è costituito dalle praterie e dei pascoli aridi su terreni calcarei, con importanti siti per le orchidee. Sono segnalati anche prati da fieno, boschi di faggio, di castagno e orno-ostrieti per la maggior parte ceduati.

Per la flora si evidenziano significativi popolamenti di orchidee; per la fauna si segnala un'abbondante popolazione di gambero di fiume nel Torrente Carpasina e una cinquantina di uccelli protetti dalle norme comunitarie, fra le quali spicca l'aquila e il corvo imperiale.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

Per la conservazione ambientale del sito gli obiettivi prevedono il mantenimento del pascolo, la graduale conversione all'alto fusto dei soprassuoli boschivi invecchiati, mantenimento e miglioramento della naturalità del Torrente Carpasina.

IT 1314609 M.Monega – M.Prearba

Caratteristiche generali

Il sito, di eccezionale importanza per la presenza di habitat e specie alpine rare o al loro limite geografico, presenta una eterogeneità geologica tipica delle Alpi Liguri, con litotipi arenacei, marnosi, calcarei, argillitici. Il paesaggio è caratterizzato da praterie e da boschi di latifoglie e mantiene i segni dell'attività pastorale che tuttora è presente svolgendo un ruolo importante nel mantenere un elevato livello di biodiversità .

Habitat di maggior interesse

Tra gli habitat di maggior interesse vi sono le praterie alpine, in particolare quelle su substrati calcarei, con ricchi popolamenti di orchidee, la vegetazione pioniera su superfici rocciose con diverse specie di *Sedum* e *Sempervivum*. Si segnala la presenza di lembi di comunità igrofile ad alte erbe perenni, boschi misti di carpino nero e orniello.

Specie di maggiore interesse

Tra le piante endemiche si evidenziano *Primula marginata*, *Gentiana ligustica*, *Fritillaria involucreta* e numerose specie di orchidee protette dalle normative vigenti.

Tra gli endemismi faunistici si segnala il geotritone (*Speleomantes ambrosii*) e alcuni invertebrati proposti per l'inserimento negli allegati della direttiva europea "Habitat". Significative le specie di rapaci stanziali e migratori, quali l'aquila (*Aquila chrysaetps*), il biancone (*Circaetus gallicus*) lo sparviere (*Accipiter nisus*).

Tra i mammiferi alcune specie come la lepre alpina (*Lepus timidus*) e il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) si trovano al limite meridionale del loro areale . Sono segnalati anche la martora(*Martes martes*), il gatto selvatico (*Felis silvestris*) e diverse specie di chiroterri indicatori di buone qualità ambientale tutelati dalla direttiva europea.

Osservazioni per la gestione e la valorizzazione

Il mantenimento del pascolo rappresenta uno degli obiettivi principali da perseguire seguendo criteri di regolamentazione del pascolo e del carico di bestiame. Per la gestione del sito è determinante il monitoraggio di alcune specie animali e vegetali più rare o a maggior rischio, soprattutto per quelle con popolazioni ridotte o areali ristretti.

IT1314610 M. Saccarello – M. Frontè

Caratteristiche generali

Il paesaggio del sito è caratterizzato in particolare da pascoli e pareti rocciose ed in secondo luogo da boschi ed arbusteti alpini che pur manifestando forti caratteri di naturalità è anche espressione dell'antica attività antropica svolta in questa porzione di territorio ligure rappresentata dalla pastorizia.

Il monte Saccarello che con i suoi 2.200 m. rappresenta la vetta più alta della Liguria è al centro del settore alpino di confine con la regione Piemonte e la Francia ed origina ad est una dorsale verso il monte Frontè (2.152 m.). I versanti settentrionali degradano dolcemente, mentre quelli meridionali, fortemente scoscesi, formano un'imponente bastionata.

I substrati dominanti appartengono al Flysch ad Elmintoidi con alternanze di calcari marnosi, marne, arenarie e argilliti. Nella parte meridionale emergono calcari dolomitici.

Il sito è completamente vincolato dai DD.MM. 24.4.85 ed è attraversato da tappe dell'Alta via dei Monti Liguri lungo la quale vigono norme di tutela ambientale.

Habitat

Un particolare ruolo ecologico è rappresentato dalle praterie alpine. Particolarmente da quelle su substrati calcarei, spesso gradinate e mosaicate con ambienti rupestri. Di notevole interesse sono le lande alpine a rododendro e a camedrio alpino che raggiungono il limite meridionale del loro areale.

Si riscontrano anche praterie magra da fieno e boschi a prevalenza di faggio e cinture ripariali a salice che contribuiscono nel complesso ad arricchire la composizione specifica del sito sia nella componente faunistica che floristica.

Tra le piante endemiche esclusive delle Alpi Liguri si ricorda la genziana ligure (*Genziana ligustica*) il rapontico di Bicknell (*Stemmacantha heleniifolia* subs. *Bicknellii*) e la meleagrine (*Fritillaria tubaeformis*).

Numerosissime sono le specie di uccelli di interesse comunitario tra cui l'Aquila, il Falco pecchiaiolo, il Biancone, l'Albanella minore, la coturnice, il Gallo forcello.

Tra i mammiferi sono presenti specie alpine al limite meridionale del loro areale quali: la Lepre alpina, il Camoscio, l'Ermellino. Si segnalano inoltre specie rare, indicatrici di elevata qualità ambientale come la Martora, il Gatto selvatico.

Gestione

Nelle parti attualmente soggette a pascolo il problema è quello di effettuare un'attività il cui carico sia regolato in base alle potenzialità naturali ed effettuato secondo tecniche che permettano una corretta distribuzione dei capi sulla porzione di terreno occupato (pascolo a rotazione), sfruttando le infrastrutture (malghe – ricoveri) recentemente ristrutturate e migliorate.

Le tecniche della gestione del soprassuolo arboreo dovrebbero essere condotte con criteri naturalistici finalizzati in particolare alla difesa del suolo e al miglioramento strutturale del bosco, procedendo verso una conversione graduale dei popolamenti verso l'alto fusto.

Nell'ambito del piano di Bacino del torrente Argentina ricadono le seguenti Zone di Protezione Speciale (ZPS) appartenenti all'area delle ZPS delle Alpi Liguri, comprendenti le testate ed i versanti delle vallate principali del Ponente ligure al confine con la Francia:

IT1315481 – Ceppo Tomena

IT1314679 – Toraggio Gerbonte

IT1314677 – Saccarello Garlenda

IT1314678 – Sciorella

L'ambiente naturale è rappresentato da torrenti, valloni, falesie, rupi ed il forte dislivello fa sì che la zona sia caratterizzata da un'elevata varietà di formazioni vegetali: dalle sclerofille sempreverdi al lariceto, dalle abetine ai rodoreti. Si rileva la presenza di pregevoli endemismi floristici, accanto ad insetti di notevole valenza biogeografica. Dal punto di vista ornitologico il sito è particolarmente importante per la nidificazione di rapaci e galliformi.

Le Zone di Protezione Speciale si differenziano dai Siti di Importanza Comunitaria in quanto hanno una maggior implicazione sulla pianificazione faunistica venatoria; numerose specie dell'avifauna presenti in tali aree, infatti, sono elencate nell'Allegato 1 della Direttiva "Uccelli" e risultano non cacciabili.

La delimitazione dei SIC e delle ZPS presenti nel territorio del Piano di Bacino è stata riportata nella Carta della Vegetazione e nella Carta degli Interventi.

In base alla D.G.R. n.643 del 21.6.2002 Modifiche al D.G.R.646 del 8.6.2001." Misure di salvaguardia per i proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) liguri (Dir.92/43/Cee e 79/409/Cee) : applicazione della valutazione di incidenza", la Giunta Regionale delibera per i Piani di Bacino che per gli interventi proposti ricadenti in aree SIC e ZPS la valutazione di incidenza venga eseguita in fase di progettazione.

Nel capitolo degli interventi previsti sono stati indicati quelli per i quali è richiesta la valutazione di incidenza.