



Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Settentrionale

TORRENTE IMPERO

Ambito di Bacino n.6 - IMPERO

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



RELAZIONE GENERALE

APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Imperia n. 88 del 15/10/2002
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Segretario Generale n. 143 del 15/12/2022
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 3 del 18/01/2023 – parte II

SOMMARIO

PREMESSA	1
1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	2
1.1 QUADRO ISTITUZIONALE, NORMATIVO E AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO	2
1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI	6
1.3 DATI UTILIZZATI	23
2 CARATTERISTICHE DEL BACINO.....	24
2.1 GEOGRAFIA	24
2.2 GEOLOGIA	26
2.3 GEOMORFOLOGIA.....	39
2.4 IDROGEOLOGIA	60
2.5 CARTA DELLA VEGETAZIONE REALE.....	62
2.6 COPERTURA ED USO DEL SUOLO	74
2.7 CARTA DEI CORSI D’ACQUA PUBBLICI	89
2.8 IDROLOGIA DI PIENA	90
3 PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO	132
3.1 PREMESSA.....	132
3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO: SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI.....	133
3.3 PROBLEMATICHE IDRAULICHE	146
3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO	197
3.5 VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO	202
3.6 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA (SIC) – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS).....	206
4 RISCHIO IDROGEOLOGICO	210
4.1 PREMESSA.....	210
4.2 CARTA DEL RISCHIO	211
4.3 FATTORI NATURALI LIMITANTI PER LE UTILIZZAZIONI POTENZIALI	214
4.4 FATTORI ARTIFICIALI DI DEGRADO AMBIENTALE	215
4.5 POSSIBILI DISFUNZIONI DI SISTEMI DI MONITORAGGIO E DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE.....	216

PREMESSA

(paragrafo modificato con DSG 143-2022)

Il presente piano è stato redatto quale piano stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento dell'art.1, comma 1, del decreto legge 11 giugno 1998, convertito con modificazioni, nella L.267/98, ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della legge 18 maggio 1983, n°183 e successive modificazioni ed integrazioni. Il piano è quindi un primo stralcio che risponde nei contenuti a quanto richiesto nel citato D.L.180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art 1 commi 1 e 2, del decreto legge 11 giugno 1998, n°180/98, pubblicato nella G.U. del 5.1.1999.

Il percorso di adozione è quello attualmente previsto in generale per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla L.R.21 giugno 1999, n.18.

Il piano di bacino in oggetto è stato individuato nel programma di attività provinciale di cui alla Delibera di G.P.n°1073 del 26/06/1996 ed approvato dalla Regione Liguria con D.G.R. n°3306 del 04/09/1997.

La Giunta Provinciale con provvedimento n°110 del 18.02.1998 si è avvalsa per la relazione del Piano di Bacino Stralcio, di un gruppo interdisciplinare di professionisti composto da un ingegnere (coordinatore responsabile nei confronti della Provincia) da geologi ed agronomi.

Il gruppo è risultato così composto:

Dott.Ing. Riccardo Martini

Dott. Ing. Eliana Gerini

Dott. Agr. Renato Veruggio

Dott. Geol. Roberto Castellano Carnevale

Il controllo degli elaborati tecnici è stato curato dal personale tecnico costituito da Ing. Renato Morgavi e Geol. Sira Cheli, con la supervisione dell'Ufficio Piani di Bacino.

La presente Relazione Generale è stata da ultimo modificata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 143 del 15/12/2022, con cui è stata approvata la variante relativa alla ripermimetrazione delle fasce di inondabilità del torrente Impero e del rio Lavandero, nei comuni di Chiusanico (IM), Chiusavecchia (IM) e Lucinasco (IM).

In dettaglio, con la sopraccitata Variante sono stati modificati i seguenti paragrafi del presente documento: Premessa, 1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento, 3.3.3 Verifiche idrauliche, individuazione delle Fasce Fluviali e criticità del piano, 3.3.3.2.1 Sezione 18 IM (CH) - Ponte per Lucinasco e frazione di Garzi. Sono stati inoltre modificati i seguenti elaborati: Carta delle fasce di inondabilità e degli ambiti normativi, Carta del rischio idraulico, Allegati relativi alle verifiche idrauliche.

1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 QUADRO ISTITUZIONALE, NORMATIVO E AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO

(paragrafo modificato con DSG 143-2022)

Il quadro di riferimento generale per la formazione del piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella legge quadro 18 maggio 1989, n. 183.

Rilevanza particolare ha inoltre la legge 4 dicembre 1993, n°493, che all'art.12 integra l'art 17 della L.183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali

A livello regionale fra le leggi e le deliberazioni in materia di organizzazione della difesa del suolo, si ritiene opportuno citare la Deliberazione del Consiglio Regionale n° 94 del 21.11.1990, la Legge Regionale 28 gennaio 1993 n°9, la Legge Regionale 1994 n° 45 e la Legge Regionale 16 aprile 1984 n° 22.

Nella deliberazione citata, "Delimitazione definitiva degli ambiti relativi ai bacini di rilievo regionale", è riportata in allegato la descrizione dei diversi ambiti di bacino della Liguria. La delimitazione dell'ambito consiste, talvolta, nell'accorpamento di diversi bacini, limitrofi per posizioni ed analoghi per caratteristiche, e talvolta coincide con i limiti dello spartiacque di un preciso bacino imbrifero.

La Legge Regionale 28 gennaio 1993 n° 9, "Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della Legge 18 maggio 1989 n° 183" stabilisce le attività di programmazione e pianificazione, le attività competenti alla Regione, alle province, alle città metropolitane e alle comunità montane. Al Titolo II, "Autorità di bacino", sono definite le autorità di bacino di rilievo regionale, il comitato istituzionale, il comitato tecnico regionale, il comitato tecnico provinciale e della città metropolitana, le conferenze provinciali e della città metropolitana di Genova, l'Autorità di bacino del fiume Magra, l'Autorità di bacino del fiume Po' ed infine i compensi ai componenti dei diversi comitati tecnici. I contenuti del piano di bacino sono illustrati al Titolo III "Piani di bacino e programmi triennali".

Tra le "Norme transitorie e finali", Titolo IV, si sottolinea l'importanza dell'art. 26 nel quale al 1° comma si stabilisce che, sino all'approvazione dei piani di bacino, non sono autorizzabili nei corsi d'acqua pubblici tutti quegli interventi che, per la loro rilevanza o impatto ambientale, impediscano il naturale evolversi e l'equilibrio dei corsi d'acqua da un punto di vista idraulico, idrogeologico e idrogeomorfologico. In particolare con il 2° comma sono vietati interventi come coperture e tombature dei corsi d'acqua pubblici, nuove edificazioni ad una distanza inferiore ai venti metri (all'interno dei centri urbani) o a metri quaranta (all'esterno) a partire dai limiti demaniali del corso d'acqua.

La Legge Regionale 16 agosto 1994 n° 45, si propone la disciplina degli interventi orientati alla difesa dalle calamità naturali ed alla salvaguardia dell'ambiente. Particolare

attenzione è rivolta alle attività che, nel contesto della difesa del suolo, mirano ad una maggiore sicurezza urbana, ossia: a) azioni informative e previsionali, consistenti nella predisposizione di una rete di monitoraggio degli eventi meteorologici, nella stesura di mappe delle aree inondate, nell'informazione da parte dei comuni agli abitanti delle stesse aree, nell'adozione di sistemi informativi, quali ad esempio adeguata segnaletica in zone a rischio; b) la manutenzione di ecosistemi fluviali, consistenti nell'azioni atte a ricondurre a situazioni di corretto governo il deflusso delle acque della rete idrografica; c) interventi strutturali, consistenti in opere volte alla riduzione delle condizioni di rischio idrogeologico.

In materia di rischio idrogeologico è stato emanato il decreto legge 11 giugno 1998, n° 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", sull'onda di quanto avvenuto nella provincia di Salerno il 5 e 6 maggio 1998. Nell'art. 1, comma 1, è ribadita l'importanza di effettuare la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e la necessità di raccogliere tutti dati disponibili sul territorio da parte delle regioni e delle provincie. A tal fine, con il comma 3, il decreto prevede che, entro 15 giorni dall'entrata in vigore dello stesso, tutti gli enti in possesso di documentazione li comunichino alle regioni e alle provincie competenti. Nel comma successivo si stabilisce che gli organi di protezione civile dispongano, per le aree a rischio idrogeologico, piani urgenti di emergenza contenenti le misure per la salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni, compreso il preallertamento, l'allarme e la messa in salvo preventiva. Il comma 5 affida alle regioni il compito di individuare "le infrastrutture e i manufatti di ogni tipo che determinano rischi idrogeologico, per i quali i soggetti proprietari possono accedere alle misure di incentivazione allo scopo di adeguare le infrastrutture e di rilocalizzare fuori dell'area a rischio le attività produttive e le abitazioni private". Decade il diritto a risarcimento di eventuali danni a seguito di calamità naturali, per quei soggetti che, pur avendone diritto, non abbiano usufruito delle incentivazioni proposte. Altro punto importante è riportato al comma 7, in cui si ribadisce che le regioni devono adottare un programma per il potenziamento della rete di monitoraggio meteo-idro-pluviometrica. Il decreto citato è in realtà una precisazione, nonché specificazione, di quanto già presente nella Legge n° 183.

E' evidente l'impegno da parte del legislatore in materia di difesa del suolo, in particolare emerge chiaramente la presa di coscienza delle responsabilità dell'uomo nei disastri naturali. Infatti nell'ultima legge citata è specificata la necessità di perimetrare le aree soggette a rischio idrogeologico e la conseguente messa in atto di provvedimenti tali da diminuire il rischio del verificarsi di danni a persone o cose. L'incentivazione per lo spostamento delle attività produttive e dei manufatti ubicati in aree a rischio, indica che deve essere recepito un importante concetto, ossia che il territorio a rischio deve essere rispettato e non ci si deve porre nella condizione che al rischio intrinseco del sito sia associato un danno a causa dell'antropizzazione.

In adempimento al comma 1, art.1, del suddetto D.L.180/98, l'Autorità di Bacino di rilievo regionale intende adottare, entro la scadenza posta nel 30 Giugno 2001 ed approvare

entro il 30 giugno 2002, piani di bacino stralcio (ai sensi del comma 6 ter art.17 L183) sul rischio idrogeologico costituiti essenzialmente dalle due tematiche relative al rischio idraulico e rischio geomorfologico (susceptività al dissesto e rischio di frana).

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo. E viene approvato con le procedure ordinarie dalla L.R.18/99.

In materia forestale le leggi che regolamentano la gestione del patrimonio vegetazionale sono la L.R.n° 22 del 16 aprile 1984 con le relative circolari esplicative e la L.R. 4/99 che propongono di concorrere al miglioramento delle condizioni di vita e di sicurezza delle popolazioni, di conseguire il recupero delle forestazioni di terreni nudi o comunque abbandonati, di promuovere le funzioni ecologiche e paesaggistiche, di concorrere alla tutela dell'ambiente ed alla difesa idrogeologica.

Gli scopi citati sono perseguiti attraverso la conservazione, valorizzazione e sviluppo del patrimonio silvo-pastorale nonché la sistemazione idraulico-forestale ed idraulico-agraria.

L'ambito di applicazione delle leggi di cui sopra, riguarda il patrimonio silvo-pastorale della Regione, dei Comuni e degli altri enti pubblici nonché dei soggetti privati. Gli interventi ammessi al fine di conseguire gli scopi della legge comprendono il rimboschimento e la ricostituzione boschiva, la valorizzazione e l'incremento del patrimonio silvo-pastorale, la difesa e la lotta fitosanitaria, l'assistenza tecnica, la propaganda, la ricerca e la sperimentazione di interesse regionale, la coltura ed il potenziamento dei vivai forestali, la prevenzione e la difesa dei boschi dagli incendi, la viabilità forestale.

La presente trattazione, "Piano di bacino dell'ambito n° 6 "Impero" ai sensi della L.R. n°267/98 stralcio riguardante la difesa idraulica ed idrogeologica, fornisce la base cognitiva, per la futura realizzazione di interventi utili ad un ottimale uso del territorio, con particolare riferimento all'aspetto idraulico ed idrogeologico.

Il presente lavoro si propone un duplice obiettivo, ovvero fornisce una descrizione del territorio del bacino in esame attraverso opportune indagini, e propone una serie di interventi atti a ripristinare situazioni di disequilibrio.

Il lavoro è stato strutturato in base alle indicazioni proposte dal documentato "Raccolta dei criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino" pubblicato dalla Regione Liguria "Autorità di bacino di rilievo regionale" – Comitato Tecnico Regionale.

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

- Raccomandazione N°1/1995 "Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"

- Raccomandazione n° 3 bis/1999 “Documento propedeutico all’informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino
- Raccomandazione n°4 /1996 “Standard cartografici relativi alle legende per la carta di copertura del suolo, censimento dei fenomeni franosi
- Raccomandazione n°7/99 “Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale.”
- Raccomandazione n°8/2000 “Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino”
- Linea Guida n°1/1999 “Rischio idraulico residuale nell’ambito della pianificazione di bacino regionale
- Linea guida n°2/2000 “Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti “
- Linea guida n°3/2000 “Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di Bacini stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del D.L.180/98 convertito con modifiche in L.267/98)»

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

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

Tra l’altro, in forza del disposto dell’art. 170 c. 11 del D.Lgs. 152/2006, nelle more dell’approvazione del Piano di Bacino Distrettuale o dei suoi stralci funzionali, continuano ad essere vigenti i Piani di Bacino Stralcio, adottati ai sensi della L. 183/1989, relativi ai bacini regionali liguri e al bacino interregionale del fiume Magra.

1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI

Nell'ambito della pianificazione di bacino risulta di interesse la valutazione delle potenzialità e delle previsioni di sviluppo antropico contenute nei vari livelli di pianificazione.

Il bacino del torrente Impero è caratterizzato dalla presenza di centri urbani scarsamente popolati e di modeste dimensioni, la cui struttura originaria, tipica del borgo medievale ligure con un centro storico costituito da un agglomerato di case e attraversato da viuzze più o meno larghe (caruggi) -, è ancora chiaramente riconoscibile e costituisce il centro attorno al quale negli anni 60-70 sono state edificate nuove costruzioni adibite a civile abitazione.

Unica eccezione è la città di Imperia che è l'unico centro nell'ambito del bacino con una popolazione superiore ai 2000 abitanti. Della città solo una parte rientra nel territorio del bacino del torrente Impero, ossia Oneglia. Imperia, infatti, è distinta in due centri, Oneglia e Porto Maurizio, che, benché siano stati accorpati negli anni trenta, mantengono ancora oggi una propria identità. Oneglia, parte più a oriente della città e anticamente possesso della famiglia genovese dei Doria, sorge intorno alla foce del torrente Impero e si sviluppa soprattutto in sinistra orografica. Il centro storico è situato in corrispondenza del porto commerciale, la cui importanza e il cui traffico delle merci sono stati soggetti, con il passare del tempo, ad una progressiva diminuzione. Attualmente il porto è utilizzato come ricovero per i natanti adibiti alla pesca e come punto di movimentazione di merci che, nel 1997, hanno raggiunto un totale di 101.464 tonnellate, trasportate su un numero di navi, tra arrivate e partite, pari a 120 unità. Parte del commercio del porto è dovuto alla presenza in città di alcune importanti attività industriali, agroalimentari quali ad esempio il Pastificio Agnesi e l'Oleificio Carli, parte invece è dovuto alla presenza della strada statale n° 28 che, sin dall'ottocento quando venne tracciata da Napoleone, rappresenta la via di collegamento principale tra la zona che gravita intorno alla città di Imperia e il basso Piemonte. L'abitato di Porto Maurizio, anticamente appartenente ai Savoia e il cui centro storico (Parasio) sorge in bella posizione alla sommità di un piccolo promontorio, si estende principalmente sul territorio compreso tra il rio delle Valli, (oggi non visibile in quanto coperto da piazza della Vittoria attigua al palazzo municipale), e il torrente Caramagna. Anche Porto Maurizio è dotato di un porto che, benché abbia una vocazione più turistica rispetto al porto di Oneglia, ha movimentato nel 1997 un totale di merci pari a 69.455 tonnellate ripartite su un totale di 107 navi. La distinzione fra i due centri, dovuta sia a ragioni storiche che alla conformazione orografica del territorio, non è vissuta solamente dagli abitanti della città, che, infatti, tendono a specificare la propria appartenenza all'uno o all'altro, ma anche dalla popolazione residente nell'entroterra. Tendenzialmente, infatti, i residenti nella valle Impero tendono a fare riferimento alle attività commerciali ed ai servizi collocati in Oneglia, a differenza degli abitanti delle valli Prino e Caramagna, che generalmente si rivolgono a quanto presente in Porto Maurizio. La presenza delle attività produttive, industriali e dei servizi, congiuntamente alla crisi del settore agricolo, fa sì che gli abitanti della Valle Impero si rivolgano alla città per soddisfare le esigenze di carattere economico e sociale.

I servizi di cui dispongono i piccoli centri vanno vieppiù scomparendo, infatti oggi si assiste alla progressiva chiusura non solo di piccole attività, quali ad esempio il bar di paese, luogo di incontro, o il negozio di alimentari, ma anche alla chiusura delle scuole elementari e degli uffici postali presenti nei diversi comuni, causa il decentramento a favore dei centri di maggiore dimensione.

Tutto ciò oltre a provocare maggiori difficoltà alle popolazioni residenti e quindi la tendenza alla migrazione verso la città, contribuisce ad una snaturalizzazione di quelli che sono i fattori sociologici tipici della vita in un contesto di paese, ovvero il contatto assiduo con le persone del borgo, la reciproca conoscenza e il costante scambio. Tuttavia lo sforzo delle amministrazioni comunali della Valle Impero, diretto al mantenimento ed alla sopravvivenza dei centri, ha fatto registrare un lieve fenomeno di riflusso dimostrato da un incremento demografico, seppure non esteso a tutti i comuni e di bassa entità. Le diverse amministrazioni si adoperano, infatti, affinché i servizi presenti nel paese vi permangano, laddove è possibile incentivano l'insediamento di nuove attività produttive, ed inoltre erogano, in base alle possibilità, contributi ai fini dello svolgimento di attività ricreative. Quest'ultimo tipo di attività, da un punto di vista sociologico, riveste grande importanza poiché, essendo ormai impensabile un significativo ritorno al paese, in quanto sede di luoghi di lavoro, rappresenta lo strumento attraverso il quale realizzare una coesione tra gli abitanti e creare uno spirito di gruppo in grado di legare le persone tra loro e quindi al paese stesso. Le diverse pro loco, associazioni e circoli diffusi sul territorio organizzano manifestazioni di tipo culturale, folcloristico e gastronomico (ad esempio le "sagre", numerose durante il periodo estivo) che rappresentano un momento di aggregazione estremamente intenso per le comunità locali, poiché necessitano di una preparazione che impegna la popolazione per un lungo intervallo di tempo ed inoltre rivitalizzano il paese.

Conformemente a tutta la Regione Liguria la popolazione dei centri dell'entroterra è prevalentemente in età avanzata, e ciò rappresenta il principale ostacolo ad una sicura sopravvivenza dei centri minori; tuttavia è auspicabile che tramite il mantenimento degli indispensabili servizi e il miglioramento delle condizioni del territorio prosegua il trend demografico registrato negli ultimi anni.

SCHEDE DESCRITTIVE DEI COMUNI**DELL'AMBITO DEL BACINO DEL T.IMPERO**

COMUNE DI AURIGO	
L'insediamento è derivato dallo spostamento intorno al XV secolo del più antico abitato esistente nei pressi della chiesa di S. Andrea. La località era già sede di un castello dei conti Ventimiglia-Lescaris.	
Strumento urbanistico	Piano di fabbricazione approvato 02.11.1993
Estensione	9.46 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Nord-ovest
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Rezzo e Pieve di Teco
Sud	Comune di Borgomaro
Est	Comune di Borgomaro
Ovest	Comune di Borgomaro
Frazioni	Poggialto – Colla San Bartolomeo
Popolazione residente (al 30.11.1997)	361
Densità (abit/Km ²)	38

COMUNE DI BORGOMARO	
Centro principale di tutta la valle del Maro, trae le proprie origini intorno al XV secolo dal più antico abitato localizzato sulla vetta della collina nell'area del castello, sede feudale dei Conti di Ventimiglia.	
Strumento urbanistico	Variante integrale PRG adottata con D.C.CN°25 del 30.07.1999
Estensione	23.24 kmq.
Collocazione nell'ambito del bacino	Nord-ovest
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Rezzo, Aurigo, Pieve di Teco
Sud	Comuni di Prelà, Vasia e Lucinasco
Est	Comuni di Caravonica e Chiusanico
Ovest	Comuni di Rezzo e Carpasio

Frazioni	Conio, Ville San Pietro, Ville San Sebastiano, Candiasco, S.Lazzaro Reale
<p>Conio</p> <p>A 650 metri di quota è il più alto insediamento della vallata; l'abitato presenta importanti tracce della propria storia che va dall'alto medioevo, con la chiesa di San Maurizio, al nuovo centro che dal XIII secolo si sviluppa la di sotto del Castello dei Conti di Ventimiglia.</p> <p>Ville San Sebastiano e Ville San Pietro:</p> <p>Insedimenti rurali minori a carattere sparso. La chiesa di Ville San Sebastiano, in stile barocco, conserva nell'abside alcuni elementi di carattere medievale.</p> <p>Candiasco</p> <p>Insedimento legato al dominio feudale dei Conti di Ventimiglia rivela nel toponimo un'interessante origine romana forse dipendente dall'organizzazione della valle per ville.</p> <p>Santo Lazzaro Reale</p> <p>Caratterizzato dalla presenza di un ponte medievale a due fornici, databile tra il XIV e XV secolo, che anticamente doveva rappresentare un importante passaggio nella via di comunicazione con il territorio di Lucinasco.</p>	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	921
Densità (abit/Km ²)	39

<p>COMUNE DI CARAVONICA</p> <p>L'insediamento di origine medievale è disposto lungo la dorsale che scende dalla Costa di S. Lazzaro sotto il valico di S. Bartolomeo. Feudato dei Conti di Ventimiglia, fu anche loro residenza.</p>	
Strumento urbanistico	Piano di fabbricazione approvato 03.06.1987 D.P.G.R. n.484
Estensione	4.90 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Nord
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Pieve di Teco e Cesio
Sud	Comune di Borgomaro
Est	Comune di Chiusanico e Cesio
Ovest	Comune di Borgomaro e Pieve di Teco
Frazioni	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	278

Densità (abit/Km ²)	57
---------------------------------	----

COMUNE DI CESIO	
Centro minore della valle del Maro, di forme architettoniche e urbane relativamente recenti, fece parte dei paesi che nel 1233 costituirono la Pieve di Teco della Valle Arroscia.	
Strumento urbanistico	Piano di fabbricazione approvato 04.03.1982
Estensione	8.92 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Nord
Confini amministrativi	
Nord	Comune di Vessalico
Sud	Comuni di Caravonica e Chiusanico
Est	Comuni di Casanova Lerrone e Testico
Ovest	Comuni di Caravonica e Pieve di Teco
Frazioni	Cartari – Arzeno – San Bartolomeo
<p>Cartari</p> <p>Insedimento fortificato di origine medievale, passò intorno al XIV secolo dai Marchesi di Clavesana alla Repubblica genovese, insieme al territorio di Cesio. Scorporato dalla castellania di Cesio e di Testico e successivamente passato dai Doria ai Savoia, rimase sempre nei possedimenti dei genovesi della Valle Arroscia. Nel primo 900 viene aggregato al comune di Cesio di cui fa parte tuttora.</p>	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	258
Densità (abit/Km ²)	29

COMUNE DI LUCINASCO	
Antica sede di un castello databile intorno al XII secolo, data che coincide probabilmente con un rinnovato sviluppo della compagine edilizia preesistente, forse ereditata da un fondo di tradizione romana.	
Strumento urbanistico	Piano di fabbricazione approvato 04.12.1986
Estensione	8.20 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Ovest
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Borgomaro e Chiusanico

Sud	Comuni di Pontedassio
Est	Comuni di Chiusavecchia
Ovest	Comuni di Borgomaro e Vasia
Frazioni	Borgoratto
Popolazione residente (al 30.11.1997)	274
Densità (abit/Km ²)	33

COMUNE DI CHIUSANICO	
<p>Centro principale della castellania di Monte Arosio, conserva entro il tessuto edilizio della più importante frazione Castello edifici e portali dei secoli XII e XIII. In una cappella della chiesa parrocchiale di S. Stefano è murata la pietra tombale datata al 1583 della famiglia Colombo, da cui la tradizione locale della nascita di Cristoforo Colombo nel borgo.</p>	
Strumento urbanistico	P.R.G. approvato con D.P.G.R. n.238 del 26.06.1998
Estensione	13.66 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Est
Confini amministrativi	
Nord	Comune di Cesio
Sud	Comuni di Chiusavecchia e Pontedassio
Est	Comuni di Testico, Stellanello e Diano Arentino
Ovest	Comuni di Caravonica, Borgomaro, Lucinasco e Chiusavecchia
Frazioni	Torria, Gazzelli e Garsi

<p>Torria</p> <p>Centro di sperone disposto su un terrazzo incombente sul fondovalle, con il contrapposto crinale di Lucinasco rappresenta un concreto sbarramento verso l'alta valle del Maro. L'abitato conserva importanti tracce di architetture medievali sia negli edifici civili, archi, portali e sovrapporte che in quelli religiosi.</p> <p>Gazzelli</p> <p>Insediamiento di origini medievali compreso nella castellania di Monte Arosio, presenta un tessuto edilizio compatto, formato da una serie di vie divergenti verso il castello a quote diverse raccordate da percorsi ortogonali in ripida salita. Nella parte alta si osservano diverse strutture murarie in pietra squadrata risalenti al XIII secolo, epoca cui dovrebbe risalire la costruzione del distrutto castello dei Doria.</p>	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	650
Densità (abit/Km ²)	47

<p>COMUNE DI CHIUSAVECCHIA</p> <p>Centro agricolo della media valle Impero, disposto lungo la statale per il Piemonte, presenta forme architettoniche e strutture urbane che risalgono come origine più lontana al periodo tardo medievale.</p>	
Strumento urbanistico	Piano di fabbricazione approvato 21.12.1978
Estensione	3.30 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Centrale
Confini amministrativi	
Nord	Comune di Chiusanico
Sud	Comune di Pontedassio
Est	Comune di Chiusanico
Ovest	Comune di Lucinasco
Frazioni	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	469
Densità (abit/Km ²)	142

COMUNE DI PONTEDASSIO	
A partire dal XV secolo l'insediamento diventa il centro principale della castellania di Bestagno, sviluppando notevolmente le strutture urbane originarie testimoniate tuttora nella parte più antica del borgo da portali e sovrapporta in pietra che risalgono al XIV – XV secolo. A Pontedassio, con la famiglia Agnesi, ha avuto origine la fiorente industria delle paste alimentari nota in tutto il mondo.	
Strumento urbanistico	P.R.G. approvato con D.P.G.R. n.35 del 24.02.2000
Estensione	14.47 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Est
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Chiusavecchia e Chiusanico
Sud	Comune di Imperia
Est	Comune di Diano Arentino
Ovest	Comuni di Lucinasco e Vasia
Frazioni	Villa Viani, Villa Guardia, Bestagno e Monti
<p>Villa Guardia</p> <p>Insedimento di origini tardo medievali nominato nel passato come "Villa dei Gatti" dalla famiglia omonima che vi risiedeva.</p> <p>Villa Viani</p> <p>Insedimento minore rurale che presenta caratteristiche storico-architettoniche ed urbane molto simili a Villa Guardia.</p> <p>Bestagno</p> <p>Centro di origini tardo medioevali, deriva forse da un più antico insediamento localizzato nei pressi della chiesa di S. Michele. Già nominato "Costa dei Verdi" conserva al centro della propria struttura lineare l'oratorio e la chiesa parrocchiale di S. Sebastiano.</p>	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	1915
Densità (abit/Km ²)	132

<p>COMUNE DI IMPERIA</p> <p>Della città rientra nel bacino dell'Impero la sola Oneglia, che, nell'alterna e controversa storia delle proprie origini, diventa lo scalo marittimo ed uno dei poli fondamentali nell'economia della valle solo dopo la sua unificazione sotto i Savoia. Mentre i centri dell'entroterra mantengono un'immagine fortemente conservatrice, legata ad una tradizione rurale secolare, Oneglia è coinvolta nel fenomeno contemporaneo della rapida crescita urbana costiera caratteristico di tutta la Liguria.</p>	
Strumento urbanistico	P.R.G. approvato con D.P.G.R. n.46 del 24.02.1999
Estensione	45.26 Km ²
Collocazione nell'ambito del bacino	Sud
Confini amministrativi	
Nord	Comuni di Pontedassio e Vasia
Sud	Mar Ligure
Est	Comuni di Diano Arentino, Diano Castello e Diano Marina
Ovest	Comuni di Dolcedo, Civezza e San Lorenzo
Frazioni appartenenti alla Valle Impero	Castelvecchio di Oneglia, Costa d'Oneglia, Borgo d'Oneglia
<p>Castelvecchio di Oneglia</p> <p>Centro costruito in un'importante posizione strategica all'imbocco della valle, intorno ad un castello di cui oggi restano solo pochi ruderi comprendenti anche una torre carceraria.</p>	
<p>Costa d'Oneglia</p> <p>L'insediamento legato alla storia della più importante città sul mare, non possiede monumenti e architetture di particolare rilievo.</p>	
Popolazione residente (al 30.11.1997)	40553
Densità (abit/Km ²)	896

1.2.1 Contenuto del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico

Il Piano territoriale rappresenta il quadro delle compatibilità paesistico-ambientali con gli atti di pianificazione territoriale. Infatti, il Piano registra lo stato attuale del territorio e fornisce indicazioni e prescrizioni, riferite distintamente agli assetti insediativo, geomorfologico e vegetazionale, per la realizzazione di interventi sul territorio. Il Piano si distingue in tre livelli: territoriale, locale e puntuale.

Il livello territoriale reca indicazioni aventi valore di indirizzo, di proposta e di recepimento. Il livello locale fornisce indicazioni a carattere prescrittivo nei confronti degli interventi che incidono gli assetti insediativo, geomorfologico e vegetazionale. Le indicazioni relative al livello puntuale non incidono sui regimi normativi e sui gradi di tutela delle singole porzioni di territorio e si configurano, quindi, come mera specificazione delle indicazioni di livello locale, con particolare riguardo agli aspetti qualitativi.

ASSETTO INSEDIATIVO:

Le componenti del paesaggio considerate sono gli insediamenti, la viabilità, le colture agricole e le infrastrutture. Per ciascuna componente sono considerati gli aspetti quantitativi, qualitativi e strutturali nonché i seguenti indirizzi: Mantenimento, Consolidamento e Modificabilità.

L'indirizzo generale di Mantenimento (MA) è applicabile in tre diversi casi:

- laddove sono state raggiunte soddisfacenti condizioni di equilibrio e pertanto sono da escludere ulteriori interventi sul territorio;
- laddove esistono situazioni di pregio paesistico;
- laddove è necessario arrestare la già esistente compromissione del territorio.

L'indirizzo generale di Consolidamento (CO) è applicabile in due diversi casi:

- nelle situazioni in cui l'assetto territoriale risulta complessivamente in equilibrio e permette la realizzazione di interventi;
- nelle situazioni in cui l'assetto territoriale risulta insufficientemente caratterizzato sotto il profilo paesistico ma è tale da permettere residui margini di intervento.

L'indirizzo generale di Modificabilità (MO) è applicabile in due diversi casi:

- quando il livello di compromissione paesistico-ambientale è tale da non imporre gli eventuali interventi a vincoli;
- quando le esigenze di tutela paesistico-ambientale sono compatibili con gli aspetti urbanistici e socio-economici.

ASSETTO GEOMORFOLOGICO:

L'assetto geomorfologico riguarda le seguenti componenti del paesaggio: versanti, reticolo idrografico, aree piane di fondovalle, litorali, cave, miniere e discariche. Per ciascuna componente sono considerati i seguenti indirizzi: Mantenimento, Consolidamento, Modificabilità e Trasformazione.

L'indirizzo generale di Mantenimento (MA) è applicabile nei seguenti casi:

- nelle situazioni in cui gli interessi di carattere ecologico sono preminenti in virtù della relativa integrità dell'ambiente;
- nelle situazioni caratterizzate da rilevante valore morfologico, sia laddove è stato raggiunto un sostanziale equilibrio, sia laddove esistono situazioni soggette a dinamismo più o meno accentuato.

L'indirizzo generale di Consolidamento (CO) è applicabile nel seguente caso:

- quando si registrano situazioni di degrado, in atto o potenziali, a cui è possibile far fronte tramite interventi sull'assetto del territorio sotto il profilo idrogeologico e geomorfologico.

L'indirizzo generale di Modificabilità (MO) è applicabile nel seguente caso:

- quando l'ambiente presenta una modesta vulnerabilità sotto il profilo geomorfologico;

L'indirizzo generale di Trasformazione (TR) è applicabile nei seguenti casi:

- nelle situazioni in cui la presenza gravi condizioni di rischio impone la realizzazione di interventi riguardanti l'aspetto idrogeologico;
- nelle situazioni la compromissione del territorio è tale da richiedere una riqualificazione dell'ambiente attuabile attraverso una trasformazione dello stesso.

ASSETTO VEGETAZIONALE:

L'assetto vegetazionale analizza l'ambiente per quanto concerne le componenti del paesaggio costituite da boschi e praterie. Gli indirizzi considerati sono: mantenimento (MA), Consolidamento (CO), Modificabilità (MO).

Componente bosco:

L'indirizzo generale di Mantenimento (MA) è applicabile nei seguenti casi:

- quando la copertura vegetale è soddisfacente non solo come estensione ma anche sul piano ecologico.

L'indirizzo generale di Consolidamento (CO) è applicabile nel seguente caso:

- quando la copertura vegetale è ad un sufficiente livello estetico-paesistico e merita un incremento dal punto di vista qualitativo o dell'estensione.

L'indirizzo generale di Modificabilità (MO) è applicabile nei seguenti casi:

- nelle situazioni in cui l'estensione dei boschi è eccessiva in relazione alle modeste doti competitive delle essenze dominanti;
- nelle situazioni in cui il bosco non è caratterizzato da un livello qualitativo adeguato e il mantenimento risulta oneroso.

Componente prateria:

L'indirizzo generale di Mantenimento (MA) è applicabile nel seguente caso:

- quando un'area prativa, utilizzata o utilizzabile, come pascolo è caratterizzata da specie foraggere sufficienti sia quantitativamente che qualitativamente per assicurare una adeguata produzione, nonché una conforme protezione idrogeologica dei versanti.

L'indirizzo generale di Consolidamento (CO) è applicabile nel seguente caso:

- quando un'area prativa, utilizzata o utilizzabile, come pascolo è caratterizzata da buone specie foraggere e da forme arbustive e/o erbacee prive di valore alimentare.

L'indirizzo generale di Modificabilità (MO) è applicabile nel seguente caso:

- quando la prateria, priva o povera di pregi estetico-paesistici, è lontana dalle condizioni di climax, è soggetta ad una rapida espansione dell'arbusteto ed è mantenuta tramite il ricorso periodico alla pratica dell'incendio.

INDICAZIONI DI TIPO PROPOSITIVO

Le indicazioni propositive relative all'assetto insediativo hanno per oggetto:

- l'accessibilità al mare (AM), intesa come viabilità pedonale al fine di garantire l'accesso al mare e a consentire la percorribilità dei tratti litoranei;
- le attività ricreative (AR), intese come superfici, provviste di adeguata attrezzatura, destinate allo svolgimento di manifestazioni collettive o di attività individuali;
- le attività sportive (AS), intese come aree destinate alla realizzazione di tutte le infrastrutture utili allo svolgimento di attività sportive, compatibilmente con il regime normativo dell'area in esame;
- i campeggi con accessibilità pedonale (CP), intesi come aree adibite a campeggio libero e dotate dei servizi minimi necessari;
- i campeggi con accessibilità veicolare (CV), intesi come aree attrezzate per il campeggio e dotate delle opere di urbanizzazione primaria;
- la percorribilità lungo i corsi d'acqua (PA), intesa come creazione di percorsi adiacenti a corsi d'acqua di pregio naturalistico,
- gli itinerari storico etnografici (PS), intesi come percorsi in grado di assicurare il collegamento tra manufatti di interesse storico e artistico;

- gli itinerari escursionistici (IE), intesi come percorsi pedonali inseriti nei percorsi di attraversamento della regione;
- parchi organizzati (PO), intesi come parti del territorio dotate di interesse naturalistico-ambientali e quindi provviste della idonea attrezzatura per renderle fruibili;

INDICAZIONI A CARATTERE DI RECEPIMENTO

Le indicazioni a carattere di recepimento riguardano le grandi infrastrutture:

- ferroviarie – F
- stradali e autostradali – S
- portuali e aeroportuali –P , A
- tecnologiche e speciali - TS

Le disposizioni a livello locale relative all'assetto insediativo assumono la denominazione di Conservazione (CE), Mantenimento (MA), Consolidamento (CO), Modificabilità di tipo A (MO-A) e di tipo B (MO-B), Trasformabilità (TR) e Trasformazione (TRZ). Tali indicazioni riguardano le aree urbane (strutture urbane qualificate SU – parchi urbani PU – valori d'immagine IU – tessuti urbani TU), i nuclei isolati NI, gli insediamenti diffusi ID, gli insediamenti sparsi IS, le aree non insediate ANI, le attrezzature e impianti AI, manufatti emergenti ME, sistemi di manufatti emergenti SME, colture agricole COL, impianti diffusi di serre IDS, impianti sparsi di serre ISS.

Le disposizioni a livello locale relative all'assetto geomorfologico assumono la denominazione di Conservazione, Mantenimento, Consolidamento, Modificabilità di tipo A e di tipo B, e Trasformazione.

Le disposizioni a livello locale relative all'assetto vegetazionale assumono la denominazione di Conservazione, Mantenimento, Consolidamento, Modificabilità e Trasformazione.

1.2.2 Particolarizzazione sul territorio dei diversi assetti PTCP

ASSETTO INSEDIATIVO:

- Area di Cesio – Colla San Bartolomeo

Sono classificati con la sigla NICO (nucleo isolato, regime normativo di consolidamento):

Cesio – San Bartolomeo – Caravonica.

E' classificato con la sigla NIMA (nucleo isolato, regime normativo di mantenimento): Arzeno d'Oneglia.

Il territorio è classificato come ANI-MA (area non insediata, regime normativo di mantenimento) ad eccezione di due aree, al vero piuttosto ristrette, classificate come ANI-TR-ID (area non insediata, insediamento diffuso, regime normativo di trasformabilità).

➤ Area Borgomaro – Aurigo

Sono classificati con la sigla NIMA (nucleo isolato, regime normativo di mantenimento):

Conio – Aurigo – Poggialto – Candiasco – Maro Castello – Ville San Pietro – Borgomaro

E' classificato con la sigla NI-MO-A (nucleo isolato, regime normativo di modificabilità A): San Lazzaro Reale.

E' classificato con la sigla NICO (nucleo isolato, regime normativo di consolidamento): Ville San Sebastiano.

Il territorio è classificato come ANI-MA (area non insediata, regime normativo di mantenimento) ad eccezione di alcune zone intorno ai centri abitati, ovvero:

area intorno a Conio: IS-MO-B (insediamento sparso modificabilità di tipo B) – IS-MA (insediamento sparso, mantenimento);

area intorno ad Aurigo: IS-MA (insediamento sparso, mantenimento);

area intorno a Ville San Pietro: IS-MA (insediamento sparso, mantenimento) – ID-CO (insediamento diffuso, regime di consolidamento);

area intorno a Ville San Sebastiano: IS-MA (insediamento sparso, mantenimento);

area intorno a Borgomaro: ID-MA (insediamento diffuso, regime di mantenimento) – ID-CO (insediamento diffuso, regime di consolidamento);

➤ Area Chiusanico – Chiusavecchia

Sono classificati con la sigla NIMA (nucleo isolato, regime normativo di mantenimento):

Torria –Chiusanico -Gazzelli

Sono distinti con le sigle ID-MA (insediamento diffuso, regime di mantenimento) / NI-CO (nucleo isolato, regime di consolidamento) / IS-MO (insediamento sparso, regime di modificabilità).

In adiacenza ai centri storici di Torria –Chiusanico -Gazzelli le aree sono classificate come ID-CO.

Il territorio è generalmente classificato come ANI-MA (area non insediata, regime normativo di mantenimento).

➤ Area Lucinasco

Centro abitato: NI-CO (nucleo isolato, regime di consolidamento);

Il territorio è generalmente classificato come ANI-MA (area non insediata, regime normativo di mantenimento).

➤ Area Pontedassio:

Sono classificati con la sigla NICO (nucleo isolato, regime normativo di consolidamento):

Villa Viani – Villa Guardia – Pontedassio.

E' classificato con la sigla NIMA (nucleo isolato, regime normativo di mantenimento): Bestagno.

Nell'ambito dell'area di Pontedassio si individuano le seguenti zone:

IS-MO (insediamento sparso, regime di modificabilità) in corrispondenza della fascia di territorio limitrofa al torrente Impero.

Il territorio è generalmente classificato come ANI-MA (area non insediata, regime normativo di mantenimento).

➤ Area Imperia:

Procedendo nell'abitato da nord verso sud si individuano le seguenti zone:

Castelvecchio di Santa Maria Maggiore: NIMA (nucleo isolato, regime normativo di mantenimento);

Argine destro torrente Impero: IS-MA-TU (insediamento sparso, mantenimento, tessuto urbano);

Argine sinistro torrente Impero: ID-MA-TU (insediamento diffuso, mantenimento, tessuto urbano);

Area della foce, sponda destra e sinistra: ANI-MA-TU (area non insediata, mantenimento, tessuto urbano);

In sinistra orografica esiste una zona classificata come SU: struttura urbana qualificata.

Sinistra orografica: zona limitrofa allo spartiacque: ID-MA (insediamento diffuso, regime di mantenimento);

Destra orografica: zona limitrofa allo spartiacque: IS-MA (insediamento sparso, regime di mantenimento);

In destra orografica esiste una zona classificata come SU: struttura urbana qualificata.

A circa 1 km dalla foce del torrente Impero area TR-AI (trasformabilità, attrezzature impianti);

Specchio d'acqua porto di Oneglia: area AI-CO (attrezzature impianti di consolidamento);

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

➤ Area bacino torrente Impero:

Tutta l'area è classificata come MO-A oppure MO-B (modificabilità di tipo A oppure di tipo B).

ASSETTO VEGETAZIONALE

➤ Area Cesio – Colla San Bartolomeo

La parte alta del territorio, ovvero le aree a quota superiore a 600 m.s.l.m. sono classificate con la sigla PRT-TRZ-BA (trasformazione, prateria termofila, bosco di angiosperme);

Le zone comprese tra l'abitato di Cesio e Caravonica sono classificate con la sigla COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento).

➤ Area Borgomaro – Aurigo

Il comprensorio che costituisce la propaggine più a ovest del bacino è generalmente classificata, alle quote superiori a 700 m s.l.m. con la sigla PR-TRZ-BA (prateria, trasformazione, bosco di angiosperme).

L'area centrale che si sviluppa intorno all'alveo del torrente Impero è classificata come COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento).

Talora è segnata una fascia intermedia, rispetto alle quote citate, classificata con la sigla BA-CO oppure BAT-CO (bosco di angiosperme (BAT=termofila) in regime di consolidamento).

➤ Area Chiusanico- Chiusavecchia

Nell'ambito del territorio che rientra nel comune di Chiusanico la fascia più alta è classificata con la sigla PRT-TRZ-BA (trasformazione, prateria termofila, bosco di angiosperme), l'intermedia BAT-CO (bosco di termofila in regime di consolidamento) e la più bassa è classificata come COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento).

➤ Area Lucinasco

Il territorio del comune di Lucinasco, localizzato in destra orografica, ricalca la suddivisione del territorio già descritta nelle aree precedenti, ovvero: PRT-TRZ-BA (trasformazione, prateria termofila, bosco di angiosperme) alle quote più alte, BAT-CO (bosco di termofila in regime di consolidamento) alle quote intermedia e COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento) alle quote più basse.

➤ Area Pontedassio

La suddivisione del territorio è analoga alle aree precedenti. Tuttavia, poiché il comprensorio è caratterizzato da quote in genere inferiori ai 600 m s.l.m. , si riscontra una prevalenza di zone classificate COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento) rispetto a zone BAT-CO (bosco di termofila in regime di consolidamento) e PRT-TRZ-BA (trasformazione, prateria termofila, bosco di angiosperme).

In particolare per quanto concerne questa ultima zona essa è piuttosto ridotta, infatti nell'ambito del versante in destra orografica se ne osserva una stretta fascia adiacente alla Cima del Camione, mentre in sinistra orografica lo stesso tipo di classificazione è assegnata alle aree limitrofe al Monte Grillarine.

➤ Area Imperia

Il comprensorio a monte dell'abitato di Oneglia è classificato con la sigla COL-ISS (colture, insediamenti sparsi, in regime di mantenimento).

1.2.3 Piano della costa

Gli interventi previsti dal Piano della Costa approvato con delibera del consiglio regionale n°64 del 19.12.2000 sono inseriti nell'ambito AP9

1.2.4 Piano cave

Il Piano delle della Regione Liguria prevede il mantenimento delle attività estrattive tese alla produzione prevalente di blocchi da scogliera ed in particolare la cava "Cave rosse" come tipo D, "Borgo d'Oneglia" come tipo A e "Canielli" come tipo B. Il Piano prevede inoltre le seguenti modifiche: inserimento zona Ca in Mo-B (Loc.Costa da Ruenassa - Comune di Caravonica TAV.55)

1.3 DATI UTILIZZATI

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:10.000, e sc.1:5000 (in formato raster e vettoriale) ed i fogli interessati sono i seguenti:

Denominazione carta tecnica regionale	Sezione n°
Pieve di Teco	244160
Casanova Lerrone	259130
Borgomaro	258040
Dolcedo	258080
Imperia	259090
Stellanello	259010
Carpasio	258030
Diano Marina Ovest	259050
Rezzo	244150

L'analisi del territorio è stata condotta su due differenti livelli. Il primo livello di analisi si è svolto su base cartografica (Piano Territoriale di Coordinamento, il Piano territoriale delle attività di cava, il Piano della costa, nonché i contenuti dei Piani Regolatori Generali dei Comuni) e su base bibliografica.

Il secondo livello è consistito nell'analisi diretta del territorio tramite l'ausilio delle fotografie aeree e successivamente con rilievi di campagna e sopralluoghi al fine di giungere ad una conoscenza diretta del territorio in esame.

Il rilevamento geologico e geomorfologico di campagna, è stato integrato con l'esame del Foglio Imperia alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico Nazionale, e della carta geologica regionale alla scala 1:25.000 (Tavoletta Badalucco)

2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 GEOGRAFIA

L'ambito di bacino di rilievo regionale oggetto del presente studio, è individuato come n° 6 – (Torrente Impero, rii minori), ed è localizzato nella Liguria occidentale, in provincia di Imperia.

L'ambito di bacino N°6 è caratterizzato da una superficie pari a circa 96 kmq. e confina a nord con il bacino del torrente Arroscia, a sud con il Mar Ligure, ad est con i bacini dei torrenti San Pietro, Cervo e Merula, ad ovest con i bacini dei torrenti Argentina, Caramagna e Prino.

Alla foce del torrente Impero sorge la città di Imperia, che rappresenta il centro più importante nell'ambito del bacino.

I confini del bacino imbrifero del torrente Impero definiscono l'intera area del comprensorio, concluso sul mare, nel tratto tra il capo Berta e la Punta delle Forche Vecchie che è localizzata in posizione intermedia tra gli insediamenti di Oneglia e di Porto Maurizio.

L'orientamento dell'asse della valle, disposto da nord-ovest a sud-est, è pressoché rettilinea e costante da Oneglia fino a S. Lazzaro Reale, dove piega invece ad occidente, in direzione del Monte Grande, massima elevazione della valle, definendo quella parte di bacino storicamente definita come valle del Maro e comprendente i comuni di Borgomaro, Aurigo e Caravonica. La valle di Oneglia, nome originario della parte media e bassa del comprensorio, è orientata perpendicolarmente alla costa e mantiene il parallelismo delle altre valli del litorale da Diano fino a Ventimiglia. La valle del Maro, invece, si dispone sulla direttrice parallela alla Valle Arroscia, secondo l'orientamento da est ad ovest coincidente con quello dell'alto corso del Tanaro.

I principali nodi orografici sono il Monte Grande (m 1.418), dove si incontrano i crinali delle Valli Argentina, Arroscia e Impero; la Croce di passo del Maro (m 1.110) verso la valle del Prino nel comprensorio di Porto Maurizio; il Monte Arosio (m 812) verso la valle di Andora, il Pizzo d'Evigno (m 989) verso le valli di Diano. I valichi più importanti ruotando lungo i confini dell'Impero in senso orario, sono: Colla Amadeo (m 237), Colla Bassa (m 454), passo Acquarone (m 708), passo delle Ville (m 703), passo del Maro (m 1.064) colle d'Oggia (m 1.187), passo S. Bernardo di Conio (m 984), colle di S. Bartolomeo (m 620), passo Grillarine (m 431), colle della Costa (m 311), colle del Rosso (m 207).

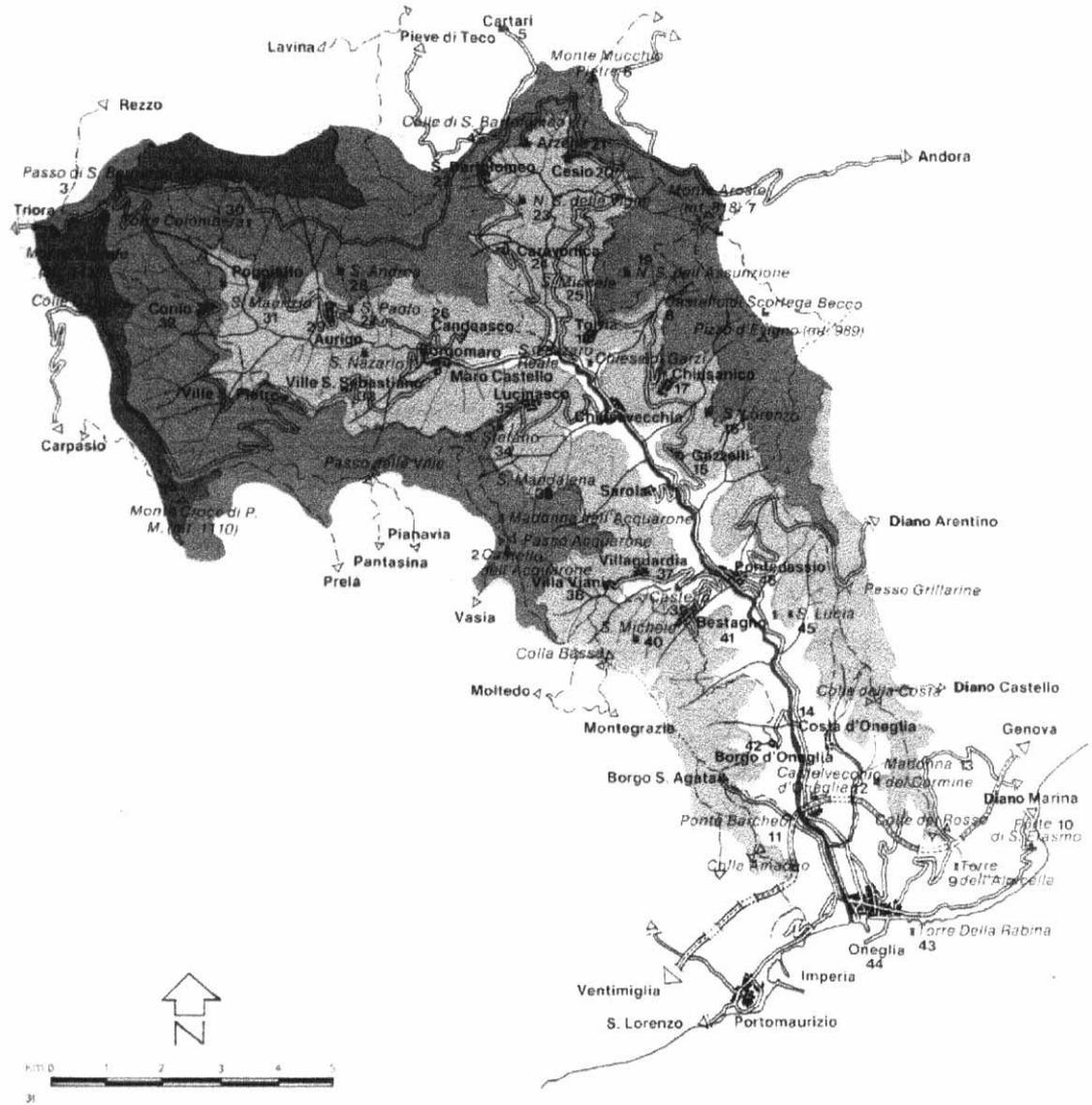


Figura 1 Bacino del Torrente Impero

2.2 GEOLOGIA

2.2.1 Paleogeografia e litostratigrafia

Le formazioni affioranti nel bacino appartengono al Dominio Piemontese Ligure. Si tratta di torbiditi appartenenti al **Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale**, ed in particolare all'**Unità di Sanremo-Monte Saccarello** e all'**Unità di Moglio –Testico**. In discordanza sui flysch è presente il Pliocene.

L'Unità di Sanremo–Monte Saccarello è rappresentata dal Flysch di S.Remo (**ELM**) e dalla Formazione di S.Bartolomeo (**SBA**):

L'Unità di Moglio testico è rappresentata dalla formazione di Testico (**TES**)

Il pliocene è rappresentato dalle argille di Ortovero e dai Conglomerati di M.te Villa.

La formazione del Flysch di Sanremo rappresenta il prodotto di depositi torbiditici che si depositarono all'interno di un bacino di sedimentazione marina profondo, quale era l'Oceano Piemontese-Ligure sviluppatosi nel Lias medio-Dogger tra il continente insubrico e quello paleoeuropeo, durante l'evoluzione preorogenetica alpina.

La fine dell'espansione oceanica e l'inizio del movimento compressivo che determina il riavvicinarsi dei due paleocontinenti (generando l'orogenesi alpina) avviene durante il Cretaceo inferiore (Vanossi *et alii*, 1984), mentre lo smantellamento dei rilievi in corso di rapida emersione, la loro detrizione e il conseguente deposito delle unità flyschoidi nel bacino avviene a partire dal Cretaceo superiore.

Un'intensa attività tettonica è testimoniata dalla presenza di "megatorbiditi" (Mutti *et alii*, 1984), conseguente alla formazione ed evoluzione del bacino stesso in corrispondenza di una zona di convergenza (Abbate & Sagri, 1982).

L'indiscussa somiglianza del Flysch di Sanremo con le coeve formazioni del Flysch dell'Antola e dell'Albirola, affioranti nell'Appennino settentrionale (Boni & Vanossi, 1960; Parea, 1965; Vanossi, 1965; Abbate & Sagri, 1967; Sagri, 1980) fa supporre che le stesse condividessero lo stesso bacino deposizionale e fossero, perciò, contigue.

Il flysch è costituito da torbiditi marnoso-arenacee, marnoso-calcaree e calcareo-marnose, litofacies "H1" (rappresentate in cartografia con il simbolo cmELM) (*série à dominante calcaire*, Boni & Vanossi), ed "H2" (*série à dominante marneuse*) di Franchi, generalmente in strati spessi, fino a plurimetri e rappresentanti un deposito di piana di bacino ristretta, al di sotto del limite di compensazione dei carbonati (non presente nel bacino in esame).

Il Sagri ha distinto quattro litofacies (Sagri, 1984): 1) **Litofacies A (Capo Mele)** dove prevalgono gli strati con sequenze marnose e calcareo-marnose potenti 10-30 metri, aventi al tetto strati calcilutitici. È una facies tipica della porzione basale e prossimale; 2) **Litofacies B (Villa Faraldi)**: sequenze marnose, calcilutiti, arenarie. È una facies tipica della zona distale. 3) **Litofacies C (S.Michele)**: costituisce i classici "megaritmi" di Abbate & Sagri (1967) con successioni di strati arenaceo-argillitici e calcilutitici cui si intercalano con regolarità

megatorbiditi marnoso-arenacee, con potenze di 5-7 metri. Costituisce la porzione intermedia del Flysch di Sanremo.

4) **Litofacies D (S. Lorenzo al Mare)**: prevalgono decisamente gli strati arenaceo-argillitici con intercalazioni di calcilutiti e rari strati marnoso-arenacei sottili. Già nota con la sigla H2 nella Carta Geologica d'Italia e come “complesso a Flysch arenaceo-marnoso-argilloso” questa facies rappresenta il tetto del Flysch di Sanremo

La Formazione di S. Bartolomeo - o “*série du complexe de base*”, secondo gli autori francesi, è un “complesso di base” identificabile con il “Ps” di Franchi. Di Giulio & Galbiati (1985) hanno suddiviso la Formazione in cinque litozone:

- a) Litozona tipo Argille a Palombini;
- b) Litozona a peliti mangesifere;
- c) Litozona a peliti varicolori;
- d) Litozona a quarzareniti;
- e) Litozona a sottili strati calcarei.

In definitiva si tratta di un deposito di torbida di piana bacinale a basso tasso di accumulo strettamente correlabile con i flysch contigui e di età senoniana superiore (Lanteaume & Haccard, 1961).

La Falda dei Flysch ad Elmintoidi si sovrappone, ad ovest, alla zona Delfinese-Provenzale, con l'interposizione degli “*schistes à blocs*” - ovvero olistostromi facenti parte del “complesso di progressione” che identifica la zona di accavallamento tra le due falde – ed è sovrapposta, ad est, alle unità “prepiemontesi” e al Brianzonese ligure (Vanossi *et alii*, 1984).

Al di sopra del flysch, in discordanza e solo lungo la fascia costiera, affiorano alcuni lembi pliocenici, non sempre ben differenziabili dai contigui depositi quaternari.

L'**Unità di Moglio-Testico (TES)**, presente solo nella parte alta dell'area in esame, si suddivide in due distinti termini:

Formazione delle Peliti di Moglio: non presente nell'area, e costituita da alternanze di torbiditi sottili ed emipelagiti di vario colore, molto simili al “complesso di base” del Flysch di Sanremo. Probabilmente sono il risultato del deposito di torbide molto diluite e di scarso volume.

Formazione di Testico: costituita da torbiditi marnoso-arenacee (vd. foto 4) depositatesi in una piana sottomarina fortemente influenzata da conoidi limitrofi, di cui riceveva, probabilmente, sporadici influssi.

I terreni appartenenti al Pliocene occupano quelle che, durante l'ingressione marina che si verificò all'inizio del periodo Pliocene, dovevano essere insenature e baie. Queste sono spesso impostate alle foci di paleo-corsi d'acqua pliocenici, ma a volte si trovano lungo lineazioni tettoniche preesistenti e sistemi di faglie sindeposizionali. In generale, questi depositi testimoniano un'intensa attività erosiva, dovuta al sollevamento generalizzato della costa ligure

durante il periodo pliocenico con smantellamento del flysch, per cui spesso, nei depositi conglomeratici, si riscontrano clasti chiaramente appartenenti a questa litologia. Sono inoltre presenti livelli fossiliferi con evidenti resti di pectinidi, ostreidi e faune a microfossili, da cui è possibile datare il complesso.

In generale, questi depositi testimoniano un'intensa attività erosiva, dovuta al sollevamento generalizzato della costa ligure durante il periodo pliocenico con smantellamento del flysch, perciò spesso, nei depositi conglomeratici, si riscontrano clasti chiaramente appartenenti a questa litologia. Sono inoltre presenti livelli fossiliferi con evidenti resti di pectinidi, ostreidi e faune a microfossili, da cui è possibile datare il complesso.

Si distinguono due litologie prevalenti:

Argille di Ortovero (ORV) (*argille* e *argille-sabbiose*): prevalentemente al letto dell'affioramento, si presentano come argille più o meno marnose e argille sabbiose mal stratificate, spesso ricche in microfossili, di colore dal grigio-azzurro se fresche al bianco-giallastro se alterate. Corrispondono al "P1" di Franchi. Pur essendo al di sotto dei conglomerati, in lenti anche vaste, non di rado si presentano in chiara eteropia. Si possono datare al Pliocene inferiore (Gianmarino et alii, 1984).

Conglomerati di M. Villa (CMV) (*conglomerati poligenici*): corrispondenti al "P2" di Franchi, si trovano per lo più al tetto dell'affioramento, hanno granulometria variabile e presentano clasti generalmente arrotondati, ben cementati, con abbondante matrice sabbiosa. Vi si trovano sovente clasti di chiara origine flyschoidale mentre la presenza di fossili è limitata alle granulometrie più fini.

Il diverso comportamento meccanico rispetto alle sottostanti Argille di Ortovero è causa di spettacolari salti morfologici, con la creazione di pareti subverticali.

Anch'essi si possono datare al Pliocene inferiore-medio.

2.2.2 Carta geolitologica

Gli elementi litologici e strutturali, cartografati utilizzando la Raccomandazione n.°3 bis /1999- "Legende per Carta geolitologica" elaborata dalla Regione Liguria –Autorità di Bacino di rilievo regionale della Liguria, sono:

- limiti formazionali con indicazione della litologia;
- assetto giaciturale delle formazioni rocciose riscontrate, ovunque ciò sia stato possibile;
- lineazioni di faglia, certe o presunte, desunte dall'osservazione diretta sul terreno e confermate dall'analisi fotogrammetrica;
- depositi alluvionali, suddividendoli, sostanzialmente, in recenti ed antichi;
- coperture detritiche superiori a 3 mt., prescindendo dalla loro origine.

- QUATERNARIO

I **depositi quaternari** sono rappresentati esclusivamente dalle **alluvioni**, riscontrabili in abbondanza lungo il corso dell'asta principale del Torrente Impero, soprattutto nella parte terminale, dall'abitato di Chiusavecchia alla foce.

Poiché costituiscono le uniche piane di fondovalle di una certa dimensione sono stati notevolmente antropizzati, spesso sostituiti o integrati con riporti artificiali e, soprattutto i più antichi, terrazzati per permetterne la coltivazione.

Alluvioni mobili attuali (am)

depositi alluvionali eterogenici ed eterometrici con prevalenza di ghiaie a clasti arrotondati.

Si tratta di depositi alluvionali depositi all'interno dell'alveo attivo dei torrenti e soggetti, quindi, a rimodellamento continuo (erosione e rideposizione). La granulometria è decisamente eterogenea ma prevale nettamente la frazione ghiaiosa, quasi esclusivamente di origine flyschoidale, sebbene non manchino clasti appartenenti alle formazioni plioceniche. Non presentano, in genere, alcuna forma di diagenizzazione, risultando non cementati né costipati.

Alluvioni terrazzate recenti (ar)

Depositi alluvionali eterogenici ed eterometrici scarsamente diagenizzati, con granulometria variabile dal ciottolo sino al blocco e matrice sabbiosa.

Rappresentano alluvioni ormai estranee alla dinamica attiva dei corsi d'acqua e possono presentare una leggera cementificazione degli intervalli inferiori. La granulometria prevalente è quella del ciottolo (dimensioni < 20cm.) anche se non mancano i blocchi (>20 cm.) e la matrice è essenzialmente sabbiosa. Vi si riscontrano alcuni livelli di terrazzi morfologici, tutti leggermente inclinati verso la costa e ormai completamente antropizzati.

L'età degli intervalli inferiori dovrebbe essere riferita all'Olocene inferiore – Pleistocene.

Alluvioni terrazzate antiche (aa)

Depositi alluvionali eterogenici ed eterometrici sovente con un buon grado di costipazione (almeno negli intervalli inferiori) con granulometria ampiamente variabile.

Si tratta delle alluvioni più antiche, poggianti direttamente sul substrato flyschoidale, da cui derivano per erosione ad opera dell'azione dei corsi d'acqua post-glaciali. La granulometria è decisamente variabile anche in virtù della loro "sovrapposizione" con coltri di versante più o meno estese che ne hanno alterato o del tutto coperto l'affioramento. Sono spesso chiaramente riconoscibili depositi pliocenici alloctoni dilavati, principalmente rappresentati da argille rimaneggiate anche molto potenti e, localmente da conglomerati sciolti.

In alcuni casi si trovano livelli, anche di una certa potenza, composti di argille-sabbiose rosse, probabilmente dovuti al formarsi di paleosuoli su terrazzi morfologici per lungo tempo esposti. Alcuni di questi sono poi riconoscibili in zone scarsamente antropizzate.

L'età dei livelli inferiori delle alluvioni dovrebbe riferirsi al Pleistocene inferiore.

Pliocene

Si tratta di terreni trasgressivi sul substrato flyschoidi, ed affiorano, in lembi di limitata estensione e potenza mai superiore ai 100-150 metri, nella bassa valle del Torrente Impero, in prossimità della costa, occupando quelle che, durante l'ingressione marina che si verificò all'inizio del periodo Pliocene, dovevano essere insenature e baie. Queste sono spesso impostate alle foci di paleo-corsi d'acqua pliocenici, ma a volte si trovano lungo lineazioni tettoniche preesistenti e sistemi di faglie sindeposizionali

aORV Argille di Ortovero (*argille e argille-sabbiose*)

si presentano come argille più o meno marnose e argille sabbiose mal stratificate, spesso ricche in microfossili, di colore dal grigio-azzurro se fresche al bianco-giallastro se alterate. Pur essendo al di sotto dei conglomerati, in lenti anche vaste, non di rado si presentano in chiara eteropia. Si possono datare al Pliocene inferiore (Gianmarino et alii, 1984).

cgCMV Conglomerati di M. Villa (*conglomerati poligenici*):

stratigraficamente si trovano al tetto della serie, hanno granulometria variabile e presentano clasti generalmente arrotondati, ben cementati, con abbondante matrice sabbiosa. Vi si trovano sovente clasti di chiara origine flyschoidi mentre la presenza di fossili è limitata alle granulometrie più fini.

Il diverso comportamento meccanico rispetto alle sottostanti Argille di Ortovero è causa di spettacolari salti morfologici, con la creazione di pareti subverticali.

Anch'essi si possono datare al Pliocene medio.

Un bell'affioramento si trova in prossimità delle Cave Littardi, lungo la S.S. n° 28 (vd. foto 5), dove un conglomerato a granulometria medio-grossolana si trova in chiara discordanza sui calcari marnosi dell'Unità di Sanremo.

Una lingua abbastanza estesa è quella che forma il crinale di Costa Rossa, sino a raggiungere l'abitato di Costa d'Oneglia.

Caratteristico è poi il piccolo ma significativo affioramento in località Il Poggio, poco sopra il paese di Pontedassio, situato a quota 305 m. s.l.m. e potente una trentina di metri, in bella discordanza sul "complesso di base", nella sua litofacies manganesifera (vd. foto 6 e 7),

- UNITA' S.REMO _Mte SACCARELLO

cmELM Calcari marnosi del Flysch di SanRemo

E' la litologia piu' rappresentata nel bacino. Si tratta di una torbidite monotona e potente costituita talora dalle tipiche facies ad elmintoidi essenzialmente calcareo marnose ed intervallate da calcisiltite, peliti a base calcareo-arenacea quarzosa e visibile in splendide sezioni lungo i versanti del M. Torre o Pizzo d'Evigno, dei contrafforti del M. Guardiabella e del M. Grande e, in seguito a tagli artificiali per attività estrattive, lungo la S.S. n. 28 nei pressi delle Cave Littardi (foto 2), poco oltre l'abitato di Imperia.

Estesi fenomeni carsici si riscontrano in associazione ai litotipi prevalentemente calcarei e calcareo-marnosi.

Nella zona del Pizzo d'Evigno e di Poggio Amandolini, soprattutto nei settori più elevati, le acque meteoriche vengono assorbite molto rapidamente dalla sottile cotica erbosa superficiale e aggrediscono le sottostanti bancate calcaree con processi di dissoluzione chimica, determinando estesi fenomeni carsici di dissoluzione sottocutanea (Rundkarren) di tipo biopedogenetico, con formazione di incisioni, conchette, incavature, solchi e canalette, ben visibili laddove fenomeni erosivi, gravitativi o antropici mettono in evidenza il substrato (Calandri, 1996).

Notevoli sono anche gli esempi di carsismo profondo, soprattutto nel settore del M. Guardiabella, sia in seguito alla facile erodibilità dei litotipi calcarei sia in funzione di fattori litostrutturali e tettonici che condizionano fortemente l'andamento e la genesi delle cavità sotterranee.

Tra queste le principali sono il sistema *Sgarbu du Vento-Bramosa*, alle pendici del M. Guardiabella, con uno sviluppo stimato di circa 3 km e le numerose, anche se di limitato sviluppo, cavità tettoniche della zona del Pizzo d'Evigno.

Nell'area in esame i tre tipi di strato del Sagri variano con continuità all'interno delle litofacies di appartenenza, e sono facilmente visibili in buoni affioramenti soprattutto nel settore orientale del bacino, dove le rocce subaffioranti presentano anche notevoli fenomeni di carsismo sottocutaneo (vd. foto 3) e appaiono piegate a scala ettometrica.

asSBA Argilloscisti e peliti della Formazione di S.Bartolomeo

Affiora estesamente nella zona medio-alta del bacino, si tratta di un complesso argillo-scistoso con spalmature di ossidi, quali ferro e manganese in particolare, che lo rendono lucente e variamente pigmentato (vd. foto 1). Al tetto compaiono argilliti varicolori con rare intercalazioni quarzose, cui seguono torbiditi ed emipelagiti calcaree.

I due termini (*a* e *b*) affiorano nei settori settentrionali dell'area in esame (Boni & Vanossi), in particolare nella zona del Colle San Bartolomeo, da cui la Formazione prende nome. Proprio in queste zone la Formazione appare estesamente ripiegata, con contatti tra le litozone difficilmente interpretabili e assi delle pieghe caotici, cosa che ha reso, in un primo tempo, confusa l'attribuzione corretta dei litotipi.

Interessanti affioramenti del litotipo *b* si notano lungo la S.S. n. 28 del Colle di Nava già a partire dall'abitato di Pontedassio, in sinistra orografica e proseguono, risalendo la vallata, sotto forma di una lunga lingua chiaramente implicata nelle pieghe ettometriche che sono ben visibili nelle bancate calcaree, meccanicamente più competenti, del Flysch di Sanremo.

- UNITA' MOGLIO-TESTICO

TES marne di testico

Affiora prevalentemente la frazione marnoso arenacea, (Membro di Cesio) che appare molto deformata. I livelli arenacei sono intensamente laminati e la pelite superiore prevalentemente marnosa affiora presso il crinale tra il T.Lerrone e il T.Impero.



FOTO 1: un affioramento di “as” lungo la S.S. n. 28. Si notano gli intervalli argillitici molto sottili e la loro tipica colorazione rossastra.

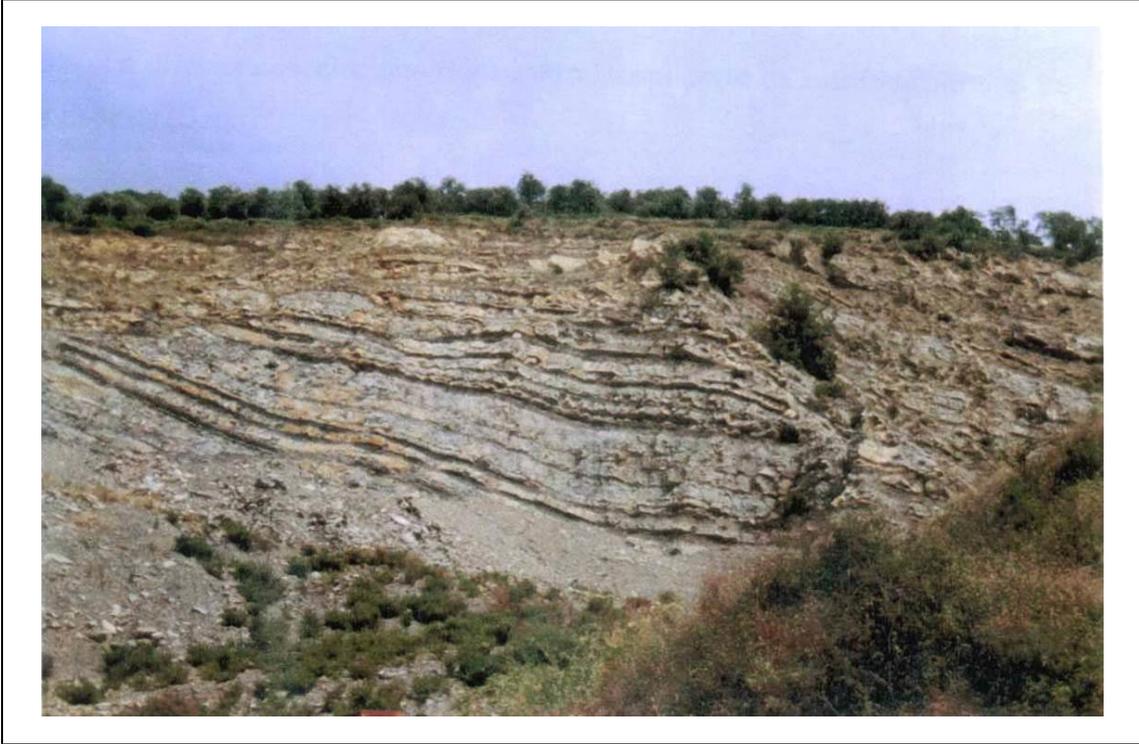


FOTO 2: l'affioramento di cmELM lungo la S.S. n. 28 presso le Cave Littardi. Si può seguire molto bene l'andamento della stratificazione e l'alternanza ritmica degli intervalli marnosi, calcarei e arenacei.



FOTO 3: esempio di carsismo sottocutaneo nei pressi di Poggio Amandolini, settore occidentale del bacino. Si noti l'erosione selettiva che ha agito sui diversi litotipi e la presenza di un intricato apparato radicale.



FOTO 4: la Formazione di Testico, affiorante nella parte orientale del bacino.



FOTO 5: l'affioramento pliocenico (CMV) presso le Cave Littardi, in chiara discordanza al di sopra di cmELM .



FOTO 6: particolare dell'affioramento pliocenico (CMV) di località Il Poggio, presso Pontedassio, a quota 305 s.l.m. caratterizzato dalla presenza di numerosi fossili di ostreidi e pectinidi e dalla presenza di ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa, caratteristici di una facies prossimale alla paleo linea di costa.



FOTO 7: particolare del contatto, in bella discordanza, tra il conglomerato pliocenico de Il Poggio (CMV) e il sottostante substrato argillitico del Complesso di Base (as).



FOTO 8: particolare di pieghe decimetriche nel Complesso di Base, nei pressi di Colle S. Bartolomeo.

2.2.3 Tettonica

Ai fini del presente lavoro l'aspetto maggiormente interessante è quello che riguarda l'influenza delle deformazioni, duttili e fragili, sull'impostazione del reticolo idrografico e sulla formazione dei caratteri geomorfologici attuali.

È, infatti, immediatamente evidente come l'andamento delle aste torrentizie e l'assetto dei versanti siano fortemente influenzati dalla tettonica, pre e post-pliocenica.

Mentre, però, le prime fasi deformative che hanno riguardato le unità flyschoidi liguri – dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore - sono state di tipo essenzialmente duttile, quelle avvenute successivamente, nel periodo Plio-Quaternario, sono state prevalentemente di natura fragile.

Le unità presenti nell'area in esame hanno subito, durante l'orogenesi alpina, un *trasporto traslazionale* verso l'esterno della catena alpina di tipo "epidermico", scollandosi al livello del "complesso di base", formato dalla Formazione di San Bartolomeo, e sovrascorrendo sulle unità contigue.

Avendo mantenuto una posizione superficiale nell'edificio a falde che si andava mano strutturando, n'è derivato uno stile tettonico di "copertura", in cui il comportamento dei materiali implicati è regolato dal livello più competente, con formazione di pieghe concentriche piuttosto aperte e di un "clivaggio di frattura"; i livelli plastici si adattano, invece, al primo con la formazione di pieghe disarmoniche.

Caratteristico di questo stile deformativo è la creazione di antiformi più strette e acute delle sinformi che si presentano, invece, spesso, con un fondo piatto. Ciò dà origine, perdurando le spinte orogenetiche, allo sviluppo di superfici di scorrimento a taglio (pieghe-faglie), con la rottura delle cerniere delle pieghe stesse.

Durante le deformazioni plio-quadernarie si sono avute diverse fasi di attività neotettonica fragile, con sviluppo di sistemi di faglie che hanno condizionato fortemente l'assetto strutturale attuale.

Al limite tra il Pliocene ed il Quaternario (intervallo IIIa della Carta Neotettonica d'Italia) vi è stato un sollevamento della piattaforma continentale, cui è corrisposta la genesi di lineazioni di faglia con direzione NO-SE: su di esse si imposteranno tutti i tratti terminali dei torrenti del comprensorio imperiese, incluso il Torrente Impero, la cui asta terminale presenta proprio un simile orientamento medio. Medesimo orientamento presentano, altresì, le aste del Rio Acquafredda e la sua "prosecuzione tettonica" rappresentata dal Rio Bramosa (nella zona di Caravonica), e così pure l'altro "allineamento tettonico" Rio dei Ciasi – Rio Scianse, sopra l'abitato di Borgomaro.

Immediatamente dopo, nel Quaternario inferiore (intervallo IIIb), la parte di territorio emersa ha subito un innalzamento generalizzato, mentre la zona in mare si è abbassata progressivamente. In questo periodo si originano sistemi di fratture con direzioni prevalenti da ENE e da NNO, con un andamento molto simile all'attuale linea di costa.

Su queste lineazioni si è impostato il reticolo idrografico secondario: l'asta della Valle del Marò ha un andamento E-O e tutti gli affluenti dell'asta principale dell'Impero lungo il suo tratto terminale – dall'abitato di San Lazzaro Reale alla foce -, sia in sponda destra che sinistra, hanno un orientamento medio SO-NE, con un andamento praticamente rettilineo, testimonianza diretta della loro origine tettonica.

Particolarmente spettacolari risultano, a tal proposito, gli allineamenti Rio Olivastri – Rio Candellero, Rio Aribaga – Rio Rocca e Rio Rama – Rio Sgoreto, tutti nella zona di Pontedassio, ma anche il preciso parallelismo degli affluenti in sponda destra al Torrente Impero nella media e bassa Valle del Marò: Rio Creppo – Costa di Ville S. Pietro – Rio Rovere – Costa di Ville S. Sebastiano – Rio dello Scarso – Costa di Lucinasco.

2.3 GEOMORFOLOGIA

Gli elementi più significativi sono:

-la differenziazione delle condizioni di conservazione e di assetto giaciturale della roccia subaffiorante;

-la localizzazione e classificazione delle coltri eluvio-colluviali;

-la localizzazione dei fenomeni franosi in atto e quiescenti.

In essa i sono rappresentati quindi gli aspetti salienti della morfologia gravitativa, le aree in erosione e degradate e le attività antropiche che hanno un impatto immediato sull'ambiente e sulla fruibilità e godibilità dello stesso.

2.3.1 Considerazioni sullo stato della roccia

La distinzione tra R, Rs, Rf è prevalentemente dettata dal diverso comportamento geomeccanico delle litologie presenti nell'area in esame, avendo a che fare con formazioni prevalentemente calcareo-marnose (cmELM), arenaceo-argillose (TES), argillocistose (asSBA), argillose (ORV) e conglomeratiche (CMV).

A ciò si devono aggiungere gli elementi *strutturali* che influiscono direttamente sulle caratteristiche dei materiali, come le deformazioni sia fragili che plicative, che contribuiscono alla maggiore erodibilità dei litotipi, favoriscono la permeabilità secondaria, creano morfologie gravitative particolari come falesie, forre, cavità sotterranee.

Le *successioni flyschoidi a prevalenza calcarea o arenacea* subiscono notevoli fenomeni di erosione selettiva lungo gli intervalli marnosi e argillosi, che possono fungere, altresì, da superficie di scollamento per i sovrastanti livelli competenti.

Questi ultimi formano spesso falesie molto acclivi, con superfici aggettanti che, rispondendo in maniera rigida agli stress tettonici, si fratturano e creano condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni di crollo. Si rimarca che le deformazioni fragili, responsabili della fratturazione delle bancate più competenti delle formazioni flyschoidi, determinano la loro suscettibilità all'erosione e al crollo.

Molto spesso il Flysch di San Remo si presenta a deciso reggipoggio, con gli intervalli calcareo marnosi, più competenti, addirittura in leggero aggetto, ma questa situazione non è sempre la più favorevole: ne sono un esempio i versanti a reggipoggio che fiancheggiano la S.S. n.28 nei pressi dell'abitato di Pontedassio (vd foto 9), i quali presentano estesi fenomeni di crollo di massi con formazione di pendii molto acclivi. In questi casi – censiti nelle apposite schede per il rilevamento dei fenomeni franosi- una serie di concause (alterazione superficiale, acclività, cattiva o assente regimazione delle acque di ruscellamento, sbancamenti di origine antropica) rendono potenzialmente instabili aree in linea di principio sicure.

I fenomeni di crollo sui versanti a reggipoggio sono generalizzati all'interno del bacino e costituiscono proprio una peculiarità della litologia dominante.

Allo stesso modo, franapoggio con angolo di inclinazione superiore a quello del pendio possono essere piu' sicuri di quel che può sembrare a patto che le bancate rocciose siano sane e gli eventuali giunti ben spaziati.

Situazioni molto critiche si riscontrano quando i fattori sfavorevoli – giacitura a franapoggio con angolo inferiore a quello del pendio e intensa fratturazione – si sommano: queste aree sono state indicate in carta con la sigla Rf e due esempi si trovano, in particolare, lungo i rii Maddalena e Olivastri, affluenti in sponda destra dell'asta principale del Torrente.

Il Rio Olivastri, impostato lungo un'evidente lineazione tettonica ad andamento SO-NE, si presenta con il versante in sponda destra decisamente acclive, con estesi fenomeni di erosione diffusa e bancate rocciose alterate (vd. foto 10).

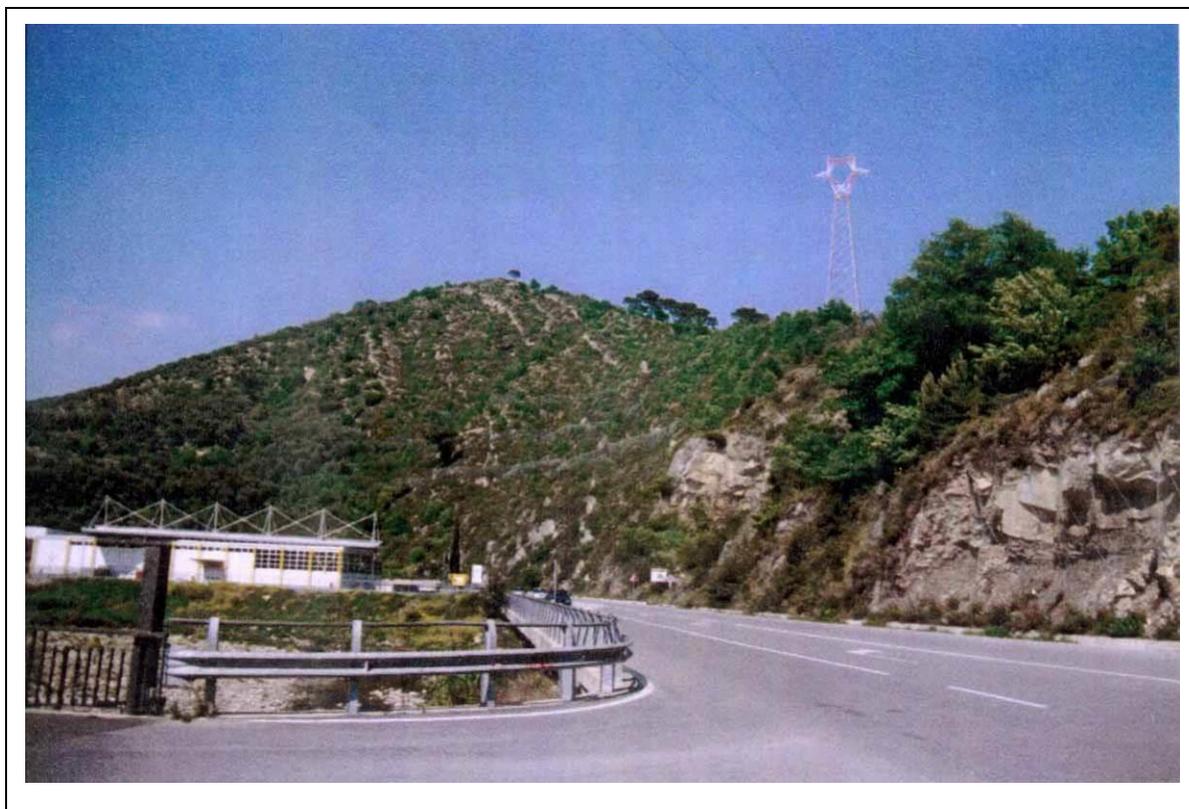


FOTO 9 : il versante a reggipoggio di località Cianetti, presso l'abitato di Pontedassio. Esso è stato descritto come zona di frana attiva in quanto si assiste ad un continuo crollo di piccoli massi che minacciano la strada statale, nonostante la posa di reti protezione.

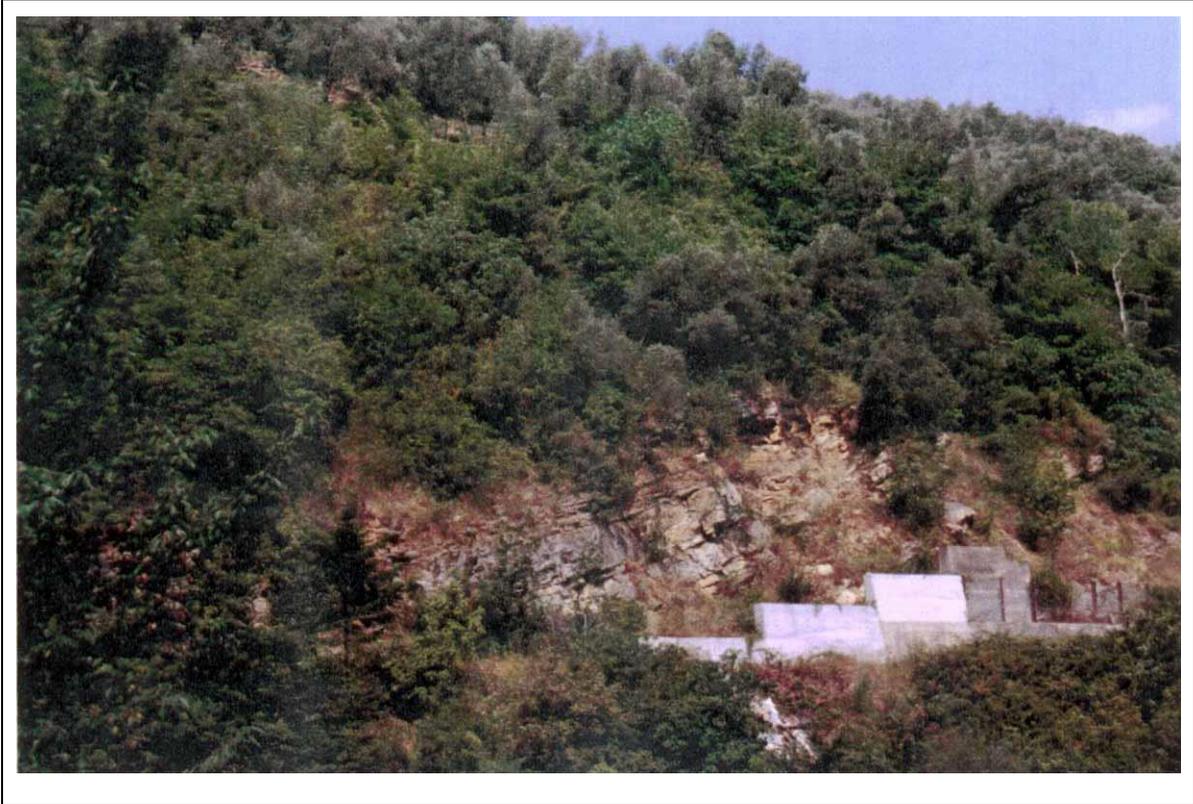


FOTO 10: *il versante fortemente acclive e sede di fenomeni di erosione diffusa e crolli lungo il Rio Olivastri.*

Lungo il Rio Maddalena, in una zona particolarmente fratturata e acclive, ha avuto luogo una frana di crollo di notevoli dimensioni che ha rischiato di bloccare totalmente il corso d'acqua sottostante (vd, foto 11).

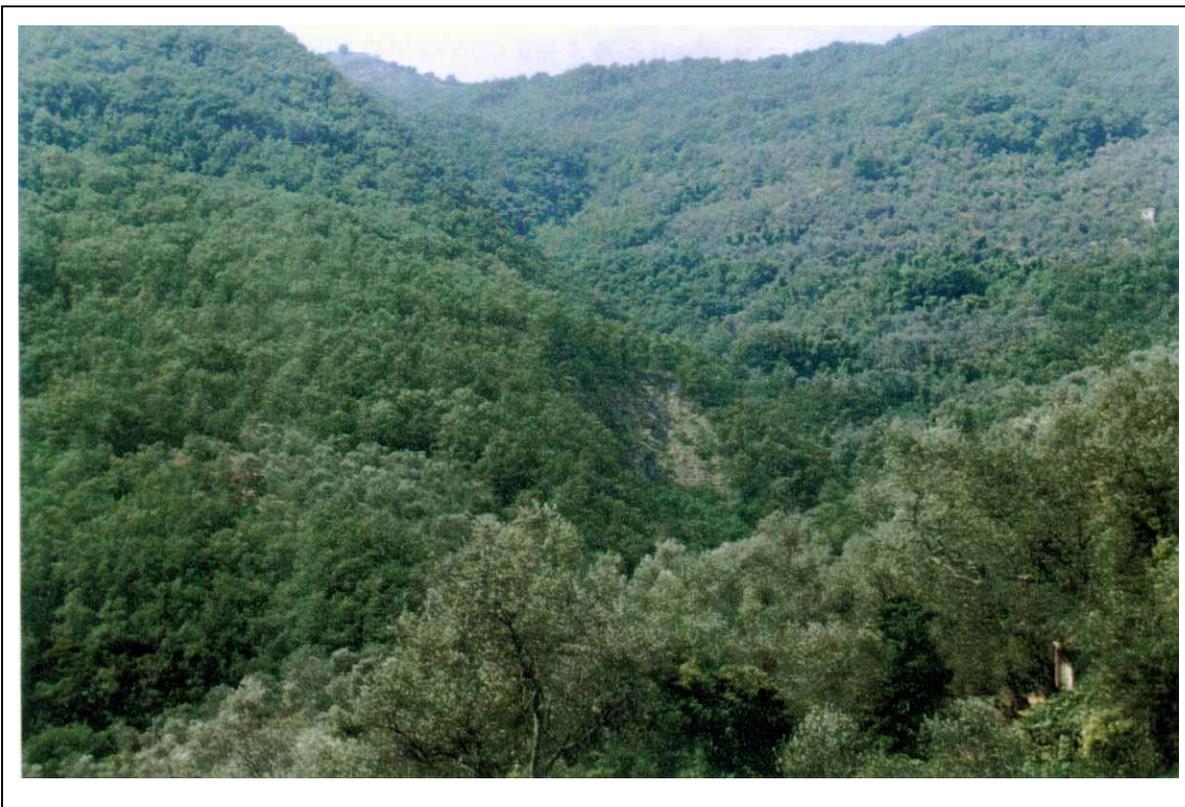


FOTO 11: la frana di crollo lungo il Rio Maddalena, che ha minacciato, e minaccia tuttora in caso di riattivazione, di interrompere il corso del rio sottostante.

Il *flysch argillitico* caratteristico della Formazione di S. Bartolomeo ha un comportamento decisamente differente: le sue risposte agli stress tettonici sono di tipo duttile, con fenomeni plicativi intensi ad ogni scala, da ettometrica a centimetrica (vd. foto 8).

Per questo motivo mancano le pareti subverticali presenti nei *flysch* prettamente calcarei e calcareo-marnosi, mentre i caratteri geomorfologici di superficie sono uniformemente caratterizzati da forme blande, declivi arrotondati, con scarsa energia del rilievo, in cui lo spessore di suolo è scarso e il regolite abbondante e scaglioso, formato da frammenti argillitici a forte allungamento originatisi in seguito ad un clivaggio molto fitto anche se scarsamente pervasivo (*pencil structures*).

L'erodibilità e il grado di alterazione del "complesso di base" è influenzata dalla tettonica plastica, con la formazione di pieghe a tutte le scale (sino a millimetrica) in cui gli intervalli argillitici, duttili, non hanno dato luogo a discontinuità apprezzabili (fratture e fessurazioni pervasive) se non limitatamente ad un sottile intervallo superficiale.

La stessa giacitura, quindi, a seguito del forte ripiegamento, è molto variabile da luogo a luogo, per cui un medesimo versante può presentare caratteri geomorfologici diametralmente opposti, passando improvvisamente da una situazione decisamente stabile (reggipoggio con

buon spessore di suolo vegetato, per esempio) ad una potenzialmente pericolosa (franapoggio intensamente fratturato con scarso suolo e forte acclività).

Sono presenti estesi fenomeni di erosione superficiale dovuti alla scarsa infiltrazione delle acque meteoriche e di ruscellamento che scivolano in superficie rendendo difficile l'instaurarsi di una coltre eluvio-colluviale consistente. Queste caratteristiche favoriscono la formazione di frane di scivolamento e scorrimento facilitate dalla componente argillitica che funge da lubrificante e dall'eventuale giacitura a franapoggio

I *depositi pliocenici*, generalmente sono caratterizzati da buone caratteristiche geomeccaniche; e laddove sono presenti falesie subverticali, non si escludono fenomeni di distacco a causa del dilavamento meteorico (cfr. foto 5).

Ovviamente tutti i fenomeni descritti sono in continua evoluzione ed è per questo che movimenti indicati come *attivi* lo sono solo relativamente ad un preciso momento, durante il quale sono stati rilevati, mentre, al contrario, fenomeni non segnalati perché non appariscenti possono attivarsi in seguito sotto la spinta di mutate condizioni al contorno

I segni grafici utilizzati per rappresentare i diversi morfotipi le coltri detritiche, le aree in frana e le paleofrane rispettano i criteri proposti dall'Autorità di Bacino della Regione Liguria (Raccomandazione 3 bis).

2.3.2 Le coperture detritiche

Le coperture detritiche con spessore compreso tra 1 e 3 metri e coperture detritiche con spessore superiore a 3 metri sono costituite da coltri di materiale incoerente a granulometria variabile e dotate, almeno le maggiori, di possibili falde acquifere sospese, talvolta temporanee e da sorgenti di contatto tra la coltre e il substrato.

Tutte le coperture sono di origine eluvio-colluviale. La granulometria varia in modo continuo dal limo ai blocchi, con prevalenza del ciottolo e della ghiaia e ciò in funzione sia dell'origine della coltre sia del substrato roccioso sia le ha originate. Hanno una matrice prevalentemente limo-argillosa. Generalmente le coltri maggiori possiedono la capacità di trattenere falde, anche multistrato, e ai loro margini sono spesso presenti sorgenti di contatto per contrasto di permeabilità tra il detrito e il substrato: questo porta ad avere aree stagionalmente acquitrinose, con sviluppo di una vegetazione caratteristica e intenso sfruttamento agricolo delle zone limitrofe.

2.3.3 Le frane quiescenti

Appartengono a questa categoria movimenti franosi quiescenti, ovvero tutti movimenti gravitativi quiescenti o stabilizzati, sia naturalmente.

2.3.4 Paleofrane

Antichi accumuli di corpi di frana di notevole estensione e spessore costituiti da materiale eterogeneo costituito da blocchi anche di notevole dimensione in matrice prevalentemente limo-argillosa. Hanno raggiunto una condizione di equilibrio limite che è strettamente collegata all'assenza di fattori esterni attualmente non prevedibili che potrebbero portare ad una diminuzione del coefficiente di sicurezza al di sotto dell'unità, provocando così una riattivazione del movimento. Sono caratterizzati da acclività medio-bassa.

Nelle *paleofrane relitte* non sono più evidenti i tratti morfologici tipici dei paleoaccumuli (nicchie di distacco, rotture di pendio).

2.3.5 Deformazione gravitativa profonda

Estensione sub-orizzontale di un livello di materiale combinata alla subsidenza di un livello più competente soprastante. La superficie di rottura non è una superficie di intensa deformazione di taglio. L'espansione può essere causata dalla liquefazione o dal flusso del materiale a bassa competenza. Collassi gravitativi di estese porzioni di versante

E' stato individuato presso Villa Viani attraverso l'analisi aereofotogrammetrica

2.3.6 Le frane attive

Appartengono a questa categoria movimenti franosi attivi, di cui fanno parte i movimenti gravitativi di ogni tipologia ed anche le paleofrane riattivate, tra queste si segnala e, come tale censita nelle schede di rilevamento dei movimenti franosi, la paleofrana di località Delberbi, nell'alta Valle del Maro, sulla Costa di Poggialto.

Questo potente ed esteso accumulo - originatosi probabilmente in due fasi successive, dapprima in seguito ad un crollo avvenuto nei contrafforti rocciosi del M. Guardiabella, quindi come scivolamento di preesistenti depositi eluvio-colluviali rimobilizzati – si è riattivato in seguito ad un movimento franoso di tipo rotazionale-complesso nella sua parte alta, a quota 900 m.s.l. circa (vd. foto 12).

In seguito alla spinta ricevuta dalla modesta massa detritica rimobilizzata, l'intero corpo di paleofrana ha subito un'accelerazione verso il basso che ha determinato, come conseguenza diretta sulle infrastrutture umane, lo svergolamento del piano viario della S.P. n. 21 del Colle d'Oggia e la distruzione di un fabbricato di civile abitazione fondato esattamente sul contatto tra l'accumulo e il substrato flyschoidale e che ha subito, dunque, un movimento torsionale differenziale (vd. foto 13).

Anche il piano viario ha subito, e subisce tuttora, spinte tali che ne hanno provocato il cedimento e lo svergolamento; a tali fenomeni non è mai seguita una bonifica significativa ma

sono stati eseguiti solo piccoli lavori di riasfaltatura, ottenendo, tra l'altro, l'effetto opposto a quello desiderato, con l'applicazione di sovraccarichi al posto degli indispensabili alleggerimenti.

Piccoli cedimenti si possono riscontrare in altri accumuli detritici, anche non di paleofrana, ma sono spesso imputabili a fattori strettamente puntuali – tagli stradali o sbancamenti eccessivi, sovraccarichi, errata conduzione delle acque di superficie – così che, pur necessitando di un controllo continuo, non presentano problemi di rilievo.



FOTO 12: particolare della di distacco, nel corpo di frana preesistente, che ha comportato la rimobilizzazione dell'intera parte superiore della paleofrana. Alla base della nicchia, durante la stagione piovosa, si forma spesso un piccolo laghetto.

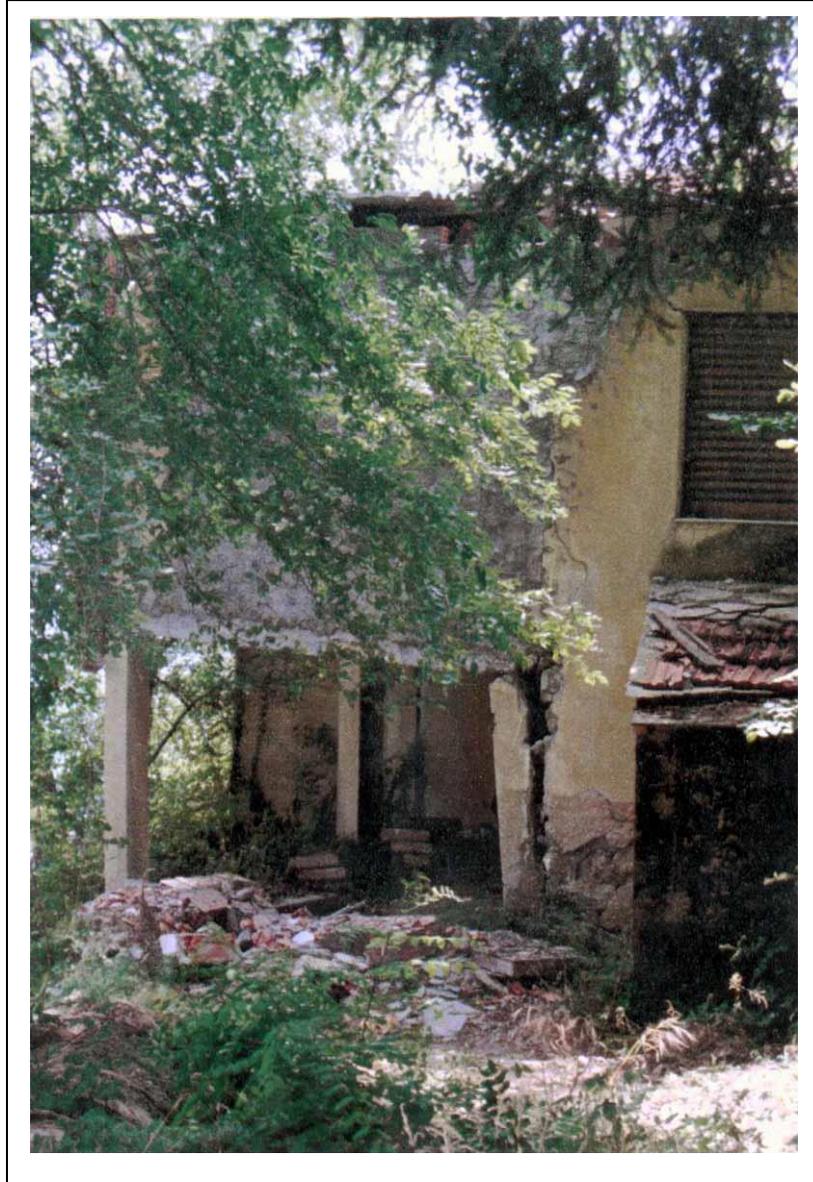


FOTO 13: la casa - ex Osteria di Batèn - completamente sventrata in seguito al movimento torsionale subito per il fatto che la fondazione poggia direttamente sulla paleofrana dal lato occidentale e sul substrato calcareo da quello orientale

2.3.7 Le forme di erosione,

Comprendono:

- Erosione spondale ed erosione concentrata di fondo con conseguente aumento del carico torbido e della forza erosiva;

- zone soggette a ruscellamento diffuso, in cui, a causa dell'acclività del versante, della giacitura o delle condizioni di conservazione sfavorevoli del substrato roccioso, la coltre eluviale subisce un intenso dilavamento da parte degli agenti atmosferici.

2.3.8 Cave e grossi riporti antropici

Radunano sostanzialmente le cave, attive o abbandonate e i grossi riporti antropici.

Le cave attive di maggiori dimensioni sono situate lungo il T. Impero lungo la strada statale N26.

Piccoli fronti di cava ora abbandonate sono sparse in tutto il bacino e interessano sempre la formazione dei calcari marnosi. Hanno fronti subverticali ma di altezze moderate perciò non sono da considerare fattori di potenziale instabilità. Inoltre sono ubicate in zone disabitate e quindi non presentano situazioni di rischio.

2.3.9 Censimento fenomeni franosi

Privilegiando zone che interessano direttamente le attività umane – strade, centri abitati, ecc. – si è proceduto al censimento di un certo numero di fenomeni franosi, attivi o stabilizzati.

Questo sia perché gli unici interventi possibili in tali aree devono essere esclusivamente ricostruttivi o di mantenimento, sia perché la loro individuazione deve essere rapida ed inequivocabile, costituendo, assieme alle aree inondabili, il maggior pericolo per l'integrità del bacino.

Si è riscontrata una limitata variabilità nel tipo di movimento, essendo decisamente prevalenti i crolli, colamenti superficiali, seguiti dalle frane complesse, originate da più fattori concomitanti ed essendo praticamente assenti i debris flow. Non mancano tuttavia i movimenti lenti e lentissimi del suolo indicati però, generalmente, come aree soggette ad erosione, poiché gli effetti prodotti sulle attività antropiche sono simili.

Tutti i fenomeni segnalati hanno un'estensione molto limitata, contrastando con le paleofrane molto estese presenti soprattutto nella parte alta del bacino.

L'origine dei numerosi crolli è principalmente da imputare a fattori antropici, quali, soprattutto, sbancamenti e cattiva o assente regimazione delle acque e alla forte acclività. Questi tre fattori hanno agito molto spesso in stretta concomitanza, amplificando, quindi, i loro effetti.

Ne sono un esempio le frane lungo la S.S n. 28 tra gli abitati di Castelvecchio e Chiusavecchia, in cui, sebbene siano già stati effettuati lavori di sistemazione, la situazione è lungi dall'essere definitivamente risolta poiché scariche di massi continuano a verificarsi lungo il pendio a reggipoggio molto acclive, con grave pericolo per la strada sottostante.

Lo stesso vale per la frana censita come 1/18 lungo la variante della S.S. n. 28 nei pressi dell'abitato di Arzeno d'Oneglia (vd. foto 14), in cui vi è stata la necessità di costruire una galleria paramassi per difendere l'arteria dai ripetuti crolli di roccia ma non si è poi provveduto a bonificare definitivamente la nicchia di distacco della frana, in particolare una adeguata regimazione delle acque di ruscellamento.

Gli eventi franosi non ascrivibili come crolli risultano per lo più dovuti ad una concomitanza di fattori quali instabilità delle coltri per acclività, giacitura sfavorevole, interventi antropici degradanti ed interessano particolarmente il flysch argilloso e le coperture detritiche. In entrambe le litologie gioca un ruolo essenziale l'effetto "lubrificante" fornito dalle argille che porta ad un peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche lungo i contatti litologici che divengono, così, superfici di scollamento. La tettonizzazione non sembra, invece, avere effetti decisivi su tali movimenti.



FOTO 14: il crollo avvenuto all'imbocco della galleria paramassi di Arzeno d'Oneglia, a causa dell'errato consolidamento del versante e della mancata conduzione delle acque di ruscellamento superficiali.

Importante, invece, è stata l'azione antropica per la mancata realizzazione di opere di regimazione delle acque superficiali, la cattiva o assente manutenzione delle opere esistenti,

gli sbancamenti sconsiderati e la mancanza di drenaggi a tergo dei muri lungo le arterie stradali.

In alcuni casi, la coltre è stata messa in movimento in seguito all'applicazione di carichi eccessivi, come nella frana, nei pressi dell'abitato di Gazzelli, dove è stata realizzata una discarica non autorizzata lungo un pendio mediamente acclive, causando il franamento a valle del materiale accumulato (vd. foto 15).



FOTO 15: la discarica non autorizzata realizzata poco oltre l'abitato di Gazzelli ha causato uno scivolamento della coltre e del materiale fino a quel punto accumulato in seguito all'applicazione indiscriminata di sovraccarichi.



FOTO 16: esempio di nicchia di distacco di paleofrana

Si è provveduto a censire i movimenti franosi, cartografabili alla scala del rilevamento, che hanno interessato, direttamente o indirettamente, opere umane o che potevano arrecare in ogni modo gravi danni alla fruibilità del territorio del bacino.

Nelle apposite schede di censimento è stata indicata la località, la data certa o presunta (quanto conosciuta) di inizio del movimento e le dimensioni dello stesso, al fine di inquadrarne la posizione, le caratteristiche geometriche e la possibile evoluzione.

Segue una descrizione dettagliata dei caratteri geomorfologici salienti del corpo di frana alla data del rilevamento: in particolare si sono rilevati le caratteristiche della coltre e del substrato roccioso, la presenza della falda acquifera e il tipo di copertura vegetale.

Segue una schematica classificazione del tipo di evento franoso ed una sommaria descrizione della genesi dello stesso, basata sia su elementi desumibili dal rilevamento in situ sia da notizie tratte da un'eventuale letteratura o raccolte da testimoni presenti all'avvenimento.

Infine, l'ultima parte delle schede elenca gli interventi di bonifica effettuati alla data del rilevamento, cui segue una lista di interventi, suggeriti a completamento dei primi, per la stabilizzazione definitiva del movimento.

Tali suggerimenti comprendono non solo opere di ingegneria tradizionale e naturalistica ma anche possibili indagini o supplementi d'indagine utili, quando non indispensabili, alla più completa conoscenza dell'evento.

In effetti, solo una campagna di rilevamento puntuale e precisa è in grado di determinare correttamente gli interventi più idonei alla messa in sicurezza del sito, mentre le opere proposte, grazie all'esperienza degli estensori del lavoro per analogia con casi analoghi, hanno il solo scopo di fornire una stima attendibile circa la gravità della situazione attuale, la dimensione dei lavori da effettuarsi e, indirettamente, circa i costi relativi.

2.3.10 Acclività

La Carta dell'acclività dei versanti è stata realizzata suddividendo i versanti in sette zone secondo la pendenza reale media. Le zone, secondo i criteri stabiliti dall'Autorità di Bacino della Regione Liguria, sono le seguenti:

Zona 1 = 0-10%

Zona 2 = 10-20%

Zona 3 = 20-35%

Zona 4 = 35-50%

Zona 5 = 50-75%

Zona 6 = 75-100%

Zona 7 = oltre 100%

L'importanza di questa carta è evidente quando essa sia considerata non già singolarmente, bensì insieme alla Carta Geomorfologica e Idrogeologica perché l'acclività è un fattore importante al fine di determinare il rischio complessivo di una ben determinata area. In effetti, se si considerano, per esempio, le coperture detritiche, è chiara la differente pericolosità che esse possono avere se si trovano in una zona poco acclive di fondo valle o su un versante con elevata energia del rilievo. È altresì evidente come una medesima litologia, a parità di giacitura, si comporti in modo differente in relazione all'angolo che assume il versante: per questo motivo, nella redazione della Carta della Pericolosità o suscettività al dissesto, all'acclività è stato assegnato un punteggio superiore di quello attribuito alla litologia.

I confini tra due zone limitrofe ma non continue (es. tra una Zona 2 ed una Zona 4) sono obbligatoriamente indicativi poiché, in prima approssimazione, essi dovrebbero essere almeno sfumati, non esistendo quasi mai – tranne, per esempio, nel caso di falesie – una soluzione di continuità tra due classi.

Ai fini del rischio di movimenti gravitativi in coltri risultano pericolose le zone al di sopra della 3, poiché il pendio assume un angolo che è prossimo o supera quello di riposo caratteristico della media dei materiali incoerenti che costituiscono le coltri superficiali (in linea di massima compreso tra 20° e 27°) e che dunque potrebbero essere mobilizzate con minima energia.

2.3.11 Caratteristiche geomorfiche del bacino

Il comportamento idrologico del bacino è influenzato dalle caratteristiche geomorfiche planimetriche e caratteristiche geomorfiche orografiche.

Le caratteristiche planimetriche del bacino esprimono le dimensioni geometriche orizzontali, come la superficie e il perimetro, la forma, l'organizzazione del reticolo fluviale. Le caratteristiche orografiche esprimono il rilievo, come l'altezza media, e le pendenze delle aste fluviali e dei versanti.

Caratteristiche planimetriche:

Dimensioni geometriche orizzontali:

- *Superficie*: area, espressa in km², della proiezione orizzontale del bacino delimitato dallo spartiacque topografico: 96 km²

- Perimetro: 51 km

- *Lunghezza del bacino*: si assume pari alla lunghezza dell'asta principale lungo l'effettivo percorso dell'acqua a partire dalla sezione di chiusura del bacino (la foce) fino allo spartiacque: 20 km

Parametri esprimenti la forma

- *Rapporto di circolarità*: rapporto tra l'area S del bacino e l'area del cerchio di uguale perimetro P: $R_c = 4 \pi S / P^2 = 0.46$

- *Coefficiente di uniformità*: rapporto tra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio di uguale area S: $R_u = P / [2 (\pi S)^{0.5}] = 1.46$

- *Rapporto di allungamento*: rapporto tra il diametro del cerchio di uguale area S e la lunghezza L dell'asta fluviale principale:

- $R_a = 2 S^{0.5} / [L (\pi)^{0.5}] = 0.22$

Parametri esprimenti l'organizzazione del reticolo fluviale:

La complessità dello sviluppo della rete idrografica di un bacino è esprimibile attraverso diversi parametri:

- *Ordine del bacino*: calcolato secondo il metodo di Horton, in base al quale il bacino è caratterizzato dall'ordine dell'asta fluviale terminale. L'ordine delle aste che costituiscono il reticolo si determina associando all'asta che non nasce dalla confluenza di altri due rami l'ordine 1, ciò significa che le aste di primo ordine sono quelle più distanti dalla sezione di chiusura. Due aste di ordine *n* congiungendosi danno luogo ad un'asta di ordine *n+1*. L'asta

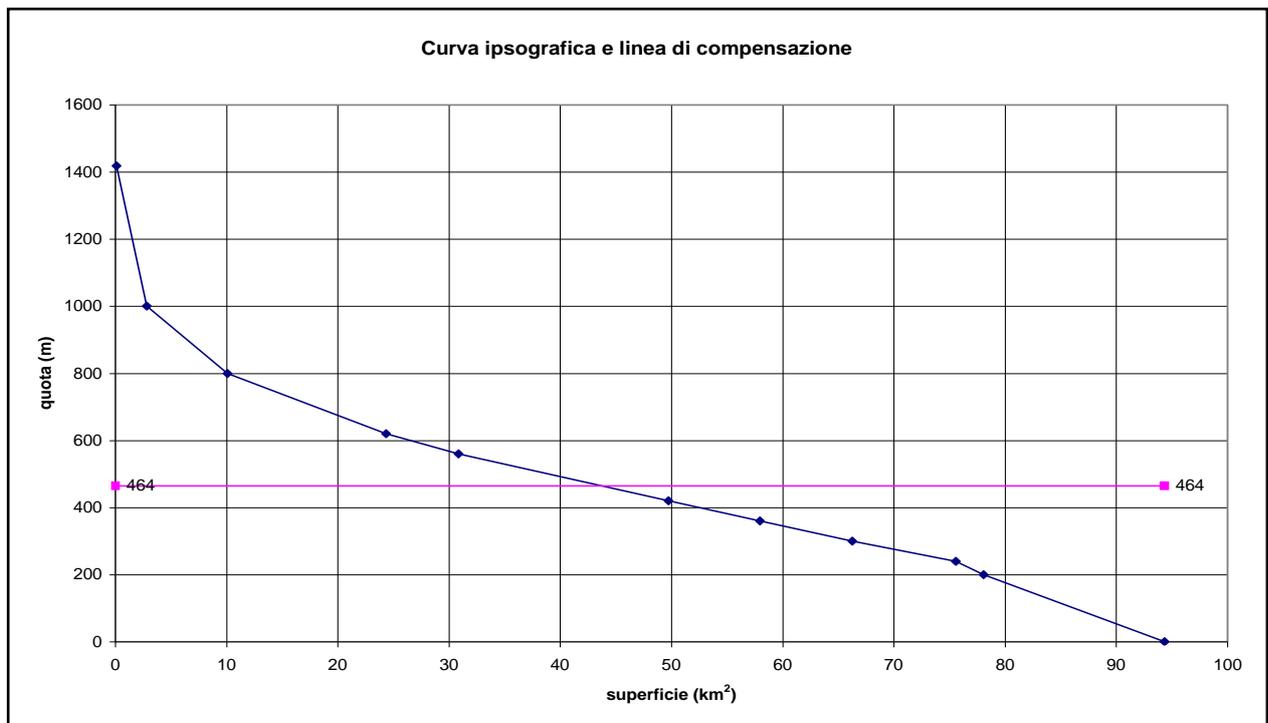
risultante dalla confluenza di due aste con ordine diverso assume l'ordine maggiore tra le due aste di origine.

- Nel caso in esame il bacino è di ordine 6.

Caratteristiche orografiche:

Parametri esprimenti il rilievo del bacino

- *Quota massima*: $q_{max} = 1418$ m s.l.m.
- *curva ipsografica*: la curva ipsografica si ottiene riportando in un diagramma cartesiano i punti le cui ordinate e ascisse rappresentano, rispettivamente, la quota e la superficie totale delle porzioni del bacino che si trovano a quote superiori a questa. Dalla curva è possibile ricavare l'altezza media del bacino che è l'altezza corrispondente alla linea di compenso della curva ipsografica.
- altezza media del bacino: $h = 464$ m s.l.m.



➤ Figura 2: curva ipsografica del bacino del torrente Impero

Quota Massima	Quota Minima	Superficie	Superficie Cumulata
1418	1000	2.84	2.84
1000	800	7.24	10.08
800	620	14.27	24.35
620	560	6.52	30.87

Quota Massima	Quota Minima	Superficie	Superficie Cumulata
560	420	18.87	49.74
420	360	8.22	57.96
360	300	8.32	66.28
300	240	9.3	75.58
240	200	2.48	78.06
200	0	17.94	96

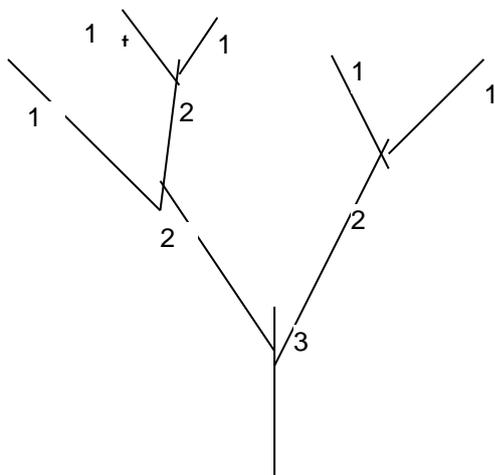
Tabella 1 : dati curva ipsografica

Parametri esprimenti la pendenza del bacino:

- *Pendenza media metodo semplificato*: è il rapporto tra il rilievo Δh_{max} del bacino e la lunghezza dell'asta principale: $i_m = \Delta h_{max} / L = 6\%$

2.3.12 Reticolo idrografico

La gerarchizzazione del reticolo idrografico è stata effettuata secondo il metodo di Horton, in base al quale si assegna ordine 1 alle aste più lontane dalla sezione di chiusura, e ordine n+1 alle aste che derivano dalla confluenza di due rami dello stesso ordine.



Nel caso in esame la gerarchizzazione è stata condotta utilizzando una carta in scala 1:10.000.

Lo sviluppo della rete idrografica del bacino è articolato nella parte montana, mentre nella parte medio bassa è piuttosto semplice. La zona nord-occidentale, che insiste nel comune di Borgomaro e di Aurigo, è caratterizzata da una rete ramificata soprattutto nell'area di pertinenza di Conio e Poggialto, infatti il torrente Impero assume ordine 5 in corrispondenza dei

“Gombi Gandolfo”, ubicati a circa 1.25 km da Borgomaro, verso monte. La lunghezza totale dell’asta principale è pari a 20 km. A partire dalla località citata l’asta del torrente Impero è di ordine 5 e lo resta sino alla confluenza con il Rio Trexenda a San Lazzaro Reale, dopo di che prosegue il suo corso con ordine 6.

Nell’ambito di tutto il bacino si individuano 2 rami di ordine 5, in altre parole:

- Il ramo che raccoglie le acque del versante occidentale a monte dell’abitato di San Lazzaro Reale e quelle del versante opposto, ovvero l’alto corso del torrente Impero.
- Il rio Trexenda, localizzato nella parte nord-orientale del bacino.

Rami di ordine 4:

- Il rio Maddalena, ubicato nel comune di Lucinasco.
- Il rio Lavandero, localizzato nel comune di Chiusanico.
- Il Rio Vaie, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Il Rio Ville San Pietro, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Il Rio Ponte, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Il Rio dei Ferrai, ubicato nel comune di Borgomaro.

Rami di ordine 3:

- Rio Agazza, ubicato nel comune di Pontedassio
- Rio Sgoreto, al confine tra comune di Pontedassio e comune di Imperia.
- Rio Oliveto, ubicato nel comune di Imperia.
- Rio Candellero, ubicato nel comune di Chiusanico.
- Rio Lacori, ubicato nel comune di Aurigo
- Rio Rovera, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Rio Scarso, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Rio Noceto, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Rio delle Quette, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Rio dei Lavandei, ubicato nel comune di Aurigo
- Rio di Butasso, ubicato nel comune di Borgomaro.

Rami di ordine 2:

- Rio Campi Rossi, ubicato nel comune di Imperia.
- Rio Tresenda, ubicato nel comune di Imperia.
- Rio Morello, ubicato nel comune di Imperia.
- Rio Rama, al confine tra comune di Imperia e comune di Pontedassio.
- Rio Aribaga, ubicato nel comune di Pontedassio.
- Rio Fossarelli, ubicato nel comune di Pontedassio.

- Rio Olivastri, ubicato nel comune di Chiusavecchia.
- Rio Scianse, ubicato nel comune di Borgomaro.
- Rio dei Ciasi, al confine tra comune di Borgomaro e Aurigo.
- Rio Boioli, ubicato nel comune di Borgomaro.

Oltre ai rami di cui si conosce il nome, sono presenti numerosi rii di ordine due privi di denominazione.

I rii di ordine 1 sono numerosi, infatti nell'ambito di tutto il bacino se ne possono contare 634.

2.3.13 Confine dei sottobacini idrografici e competenza

I sottobacini individuabili nell'ambito del territorio appartenente al torrente Impero sono significativi nella parte media e alta del bacino. Nella parte bassa (a partire circa da Pontedassio verso valle), dove il bacino si stringe e sono prevalenti aste di primo ordine che si immettono direttamente nell'asta principale, non si riscontra la presenza di sottobacini rilevanti ad eccezione del Rio Oliveto.

➤ SOTTOBACINI PRINCIPALI

- *Torrente Impero (alto corso)*

Nella parte alta del bacino, in corrispondenza dello spartiacque ovest, si individua un sottobacino caratterizzato da un'asta di ordine 5, che prende già il nome di Impero, con un'estensione pari a 34 km². Il comprensorio del sottobacino è delimitato a sud dalla Costa di Lucinasco, si estende a partire da Monte dei Prati, e procedendo in senso orario, verso Monte Scuassi, passo del Maro, Colla D'Oggia, Monte Grande, Passo S. Bernardo di Conio, Monte Guardiabella, Picco Ritto, e infine Costa di San Lazzaro a est. Tale sottobacino costituisce la propaggine nord-ovest del bacino dell'Impero.

Gli affluenti dell'asta principale, in destra orografica, sono: Rio Ville S. Pietro, Rio Vaie, Rio Rovera, Rio Ponte, Rio Noceto, Rio di Butasso, Rio Ferrai; in sinistra orografica: Rio dei Lavandei, Rio dei Garbi, Rio Lacori, Rio S. Paolo, Rio Boioli, Rio Scianse.

I rii, sia in destra che in sinistra orografica, hanno il fondo dell'alveo roccioso e andamento pressoché rettilineo.

Amministrativamente il territorio è compreso all'interno dei comuni di Borgomaro e Aurigo. Gli insediamenti presenti sono, in senso orario, Maro Castello, Ville S. Sebastiano, Ville S. Pietro, Conio, (destra orografica), Poggialto, Aurigo, Candiasco (sinistra orografica) e alla chiusura San Lazzaro Reale.

Ad eccezione di Borgomaro e di San Lazzaro Reale, paesi di fondovalle, le altre località sono ubicate su promotori dotati di ampia visuale.

- *Impero Alto corso (Rio San Bernardo)*

Il sottobacino è compreso tra il Monte Grande e il Monte Guardiabella. E' caratterizzato da un'asta di ordine tre e da una superficie pari a 5.56 km².

- *Rio Trexenda*

Affluente del torrente Impero in Località S. Lazzaro Reale, appartenente al comune di Borgomaro, è il Rio Trexenda (asta principale di ordine 5), che sottende un sottobacino di estensione pari a 13.30 km²

Il territorio competente è compreso, procedendo in senso orario, tra la Costa di S. Lazzaro a ovest, Picco Ritto, passo S. Bartolomeo, Monte Mucchio di Pietre, Monte Arosio e la Costa Bandia a est.

Gli affluenti principali del rio in destra orografica sono: Rio Acquafredda, Rio Bramoso. Nell'ambito del territorio di Caravonica il Rio delle Fasce è affluente di sinistra. Diversi rii, generalmente di primo ordine, provengono dal territorio di Cesio.

I rii, ad andamento pressoché rettilineo, con pendenze elevate e fondo generalmente roccioso, sono difficilmente accessibili a causa della folta vegetazione presente all'interno dell'alveo stesso. In particolare il Rio Trexenda è estremamente impervio, a causa della vegetazione e dell'accidentata orografia.

I versanti, sia destro che sinistro sono molto acclivi nella parte alta del sottobacino, in particolare il territorio compreso tra la località Arzeno d'Oneglia e Cesio (comune di Cesio), in prossimità del Monte Mucchio di Pietre. La porzione di bacino al di sotto dei 300 m s.l.m., sebbene ancora molto acclive, ha un andamento più dolce rispetto alla zona montana.

Amministrativamente il territorio è compreso all'interno dei comuni di Cesio, a nord, Borgomaro a sud, Chiusanico ad est, Caravonica ad ovest. Gli insediamenti presenti, in senso orario a partire da ovest, sono quelli di Caravonica, San Bartolomeo, Arzeno d'Oneglia e Cesio. Le località sono ubicate su promontori o a mezza costa; non si riscontra alcun insediamento in prossimità degli alvei, ad eccezione dell'abitato di San Lazzaro Reale che sorge in corrispondenza dell'immissione del rio nel torrente Impero.

Nell'ambito di questo bacino è ubicata la stazione pluviometrica di Colle San Bartolomeo.



➤ SOTTOBACINI SECONDARI in destra orografica

- *Rio Maddalena*

Il Rio Maddalena attraversa il territorio del comune di Lucinasco, ed è delimitato a nord dalla Costa di Lucinasco, a sud dalla Costa di Olivastri, a ovest dallo spartiacque, i cui monti principali sono: Monte Acquarone, Monte Pissibinelli, Monte dei Prati, a est con il corso del torrente Impero, nel quale si immette in corrispondenza dell'abitato di Chiusavecchia.

Il sottobacino, localizzato in destra orografica nell'ambito del bacino del torrente Impero, ha un'estensione pari a 4.40 km² e il semplice reticolo è costituito dal Rio Nisurella nella parte alta e dal Rio Maddalena nella parte più bassa (ordine 4).

I rii sono ad andamento pressoché rettilineo e con pendenze elevate.

Il territorio fa parte del comune di Lucinasco.

-

- *Rio Agazza*

Il rio Agazza sottende un bacino di 5.20 Km², è delimitato a nord dalla costa definita dalla Cima delle Forche, Cima Rossi, Cima Mortello, Monte Acquarone, a sud dalla Costa di Bestagno, a est dal corso del torrente Impero, nel quale si immette all'altezza di Pontedassio, a ovest dal tratto di spartiacque compreso tra Colla Bassa, Monte Pian Cavallo, Monte Acquarone.

Il rio è di ordine 3. Il sottobacino fa parte interamente del comune di Pontedassio.

➤ SOTTOBACINI SECONDARI in sinistra orografica

- *Rio Lavandero*

Il rio Lavandero è situato nel versante sinistro del bacino ed è limitato a nord dallo spartiacque del bacino (Monte Arosio, Pizzo Montin), a sud dal corso del torrente Impero, in cui si immette all'altezza dell'abitato di Garsi, a est dalla Costa di Chiusanico, ad ovest dalla Costa Bandia. Dall'analisi delle caratteristiche geomorfiche emerge che l'asta principale è di ordine 4, il bacino ha un'estensione pari a 3.60 Km² e i rii che costituiscono il reticolo idrografico hanno generalmente fondo roccioso e presenza di numerosi salti. Il territorio del sottobacino è interamente compreso nel comune di Chiusanico.

- *Rio Candellero*

Il sottobacino del Rio Candellero, appartenente al comune di Chiusanico, ha un'estensione pari a 3.20 Km². Il territorio del bacino è compreso tra la costa di Chiusanico a nord, la costa di S. Bernardo a sud, lo spartiacque nel tratto Pizzo Montin e Monte Torre a est, e il corso del torrente Impero a ovest. L'asta principale è di ordine 3, il fondo dell'alveo è roccioso e caratterizzato dalla presenza di numerosi salti di fondo.

Il territorio fa parte del comune di Chiusanico.

- *Rio Viesci*

Il sottobacino del Rio Viesci, delimitato a nord dalla costa di S. Bernardo, a sud dal Comune di Pontedassio, a est dal tratto di spartiacque compreso tra il Monte Torre e il Monte Grimaldi, a ovest dal corso del torrente Impero, ha un'estensione pari a 2.80 Km². L'asta principale è di ordine 3. Il territorio è compreso nel comune di Chiusanico.

- *Rio Gaiella*

Il bacino del Rio Gaiella ha estensione pari a 1.30 Km², è di ordine 2. E' totalmente compreso nell'ambito del comune di Pontedassio. Parte del rio è tombinata nell'abitato di Pontedassio.

- *Rio Rocca*

Il bacino ha un'estensione di 1.30 Km², è di ordine 2. E' totalmente compreso nell'ambito del comune di Pontedassio.

- *Rio Sgoreto*

Il bacino del rio ha un'estensione pari a 1.94 Km², è di ordine 3. Il rio segna il confine tra il Comune di Pontedassio e il Comune di Imperia.

- *Rio Oliveto*

Il sottobacino del rio Oliveto ha estensione pari a 4.00 Km², è delimitato a nord dal tratto di spartiacque compreso tra il Monte Cascine e il Passo Gorleri, a sud dal torrente Impero, a est dalla Costa di Ciappagarea, a ovest dalla Costa d'Oneglia.

A differenza degli altri corsi d'acqua il rio Oliveto (asta principale di ordine 3) ha andamento pressoché parallelo al torrente Impero. Il sottobacino ha infatti una forma molto stretta ed allungata. E' totalmente compreso nel comune di Imperia.

2.4 IDROGEOLOGIA

La Carta Idrogeologica è il risultato della sovrapposizione della Carta Geolitologica e di quella Geomorfologica, in quanto i limiti di permeabilità indicati dipendono dalla natura litologica del substrato e dalla presenza di coltri. Evidentemente le condizioni di permeabilità possono variare in modo discontinuo all'interno di uno stesso litotipo a causa di variazioni spaziali del grado di fratturazione e alterazione o, nel caso di coltri, in dipendenza di variazioni granulometriche e del grado di addensamento e compattamento subito.

In essa compare anche un dettagliato censimento delle sorgenti e dei pozzi presenti nel bacino, con distinzione della destinazione d'uso dell'acqua da essi captata.

Il rilevamento di campagna e la redazione delle carte tematiche precedenti hanno permesso di evincere alcune caratteristiche salienti circa i principali dispositivi idrogeologici dell'area in esame.

Nettamente prevalenti sono le litologie permeabili per fessurazione e fratturazione (PF), dunque con reticoli abbastanza sviluppati, come il Flysch di Sanremo (cmELM); le litologie semimpermeabili SP affiorano solo nella parte alta del bacino (Flysch di Testico TES). In queste formazioni le emergenze idriche si hanno generalmente a seguito di contrasti di permeabilità tra litologie differenti, quali possono essere le emipelagiti argillitiche e i calcari nel Flysch di Sanremo (maggiormente permeabili) e le arenarie e le argilliti nell'Unità di Testico (meno permeabili). Parallelamente a ciò si possono individuare risorgenze dovute a deformazioni tettoniche. Notevoli sono anche i reticoli carsici sviluppatisi nella facies calcareo-marnosa del Flysch di Sanremo, con sviluppo di reti freatiche sotterranee, cavità e inghiottitoi, soprattutto nella zona già accennata del Rio Bramosa e dei versanti del Monte Torre o Pizzo d'Evigno.

Le argilliti del Complesso di Base (asSBA), affioranti nella zona mediana del bacino e lungo una stretta fascia decorrente da nord a sud in sponda sinistra, sono litologie prevalentemente impermeabili con sviluppo di reticolo essenzialmente superficiale, con elevata densità di drenaggio. Le emergenze si trovano per lo più al contatto con litotipi differenti ("sorgenti per limite di permeabilità definito"), soprattutto se questi si trovano in posizione geometricamente superiore (quindi, con asTES nella parte alta del bacino e con cmELM a causa dei numerose pieghe in cui le due formazioni sono reciprocamente implicate). Non si hanno, in questi casi, emergenze puntuali bensì distribuite come fasce che seguono il contatto tra le litologie.

Le emergenze avvengono inoltre al contatto tra le Argille di Ortovero (aORV) e i Conglomerati di Montevilla (cgCMV) e fra entrambi e il sottostante Flysch di Sanremo (cmELM).

Le coltri e, più diffusamente, le alluvioni possiedono falde, probabilmente multistrato nei casi maggiori, normalmente intensamente sfruttate contenute in livelli ghiaioso-ciottolosi e separate tra loro da livelli impermeabili argillosi.

Il primo aspetto della Carta Idrogeologica è la gerarchizzazione del reticolo fluviale (Horton, 1945; Strahler, 1958), ottenuta attribuendo un *numero d'ordine* a tutti i segmenti idrografici ed in particolare: se si attribuisce un numero u ai segmenti prossimi alla sorgente, il segmento originato dalla confluenza di due segmenti di uguale ordine u avrà come numero d'ordine il numero $u+1$; procedendo in questo modo sino alla foce si ottiene il numero d'ordine finale che, nel caso in esame, è risultato essere il 6.

All'interno della carta sono state evidenziate le seguenti caratteristiche:

Zone permeabili per porosità - PP (porosità primaria): sono state classificate come tali tutte le *coltri* precedentemente individuate nella Carta Geomorfologica, privilegiando l'aspetto clastico e incoerente delle stesse che da luogo ad una seppur ridotta circolazione idrica, i *depositi quaternari alluvionali* (am, ar, aa), i *grossi riporti antropici*, considerandoli come composti da materiale detritico sciolto a granulometria media, la formazione dei *Conglomerati di M. Villa* (cgCMV), sebbene a volte in eteropia con lenti argillose, poiché si presentano scarsamente diagenizzati e, quindi, generalmente incoerenti.

Zone permeabili per fessurazione – PF: appartiene a questo gruppo il *flysch dell'Unità di Sanremo* (cmELM)

Zone semipermeabili per fessurazione – SP *Formazione di Testico* (asTES).

Zone impermeabili - IMP: vi appartengono le *Argille di Ortovero* (aORV), senza differenziazione delle lenti sabbiose, e la *Formazione di S. Bartolomeo* (asSBA), costituita da argilliti e argilloscisti impermeabili in cui la fratturazione non ha effetto sulla circolazione idrica se non limitatamente ad un sottile intervallo superficiale.

Sorgenti e pozzi, ulteriormente suddivisi in base all'uso dell'acqua da essi captata. Si hanno così le sorgenti suddivise in *sorgenti per uso irriguo* (B), *sorgenti per uso potabile* (A) e *sorgenti superficiali per uso irriguo* (03C) e i pozzi, suddivisi in *pozzi per uso potabile* (A), *pozzi per uso industriale* (B) e *pozzi per uso irriguo* (C).

2.5 CARTA DELLA VEGETAZIONE REALE

Legenda secondo gli standard cartografici prescritti dall'autorità di bacino regionale

- 1 PRATERIE
- 2 PRATI E PASCOLI
- 3 ARBUSTETI
 - 3.1 macchia mediterranea
 - 3.2 arbusteto mesofilo o submontano
 - 3.3 arbusteto subalpino e montano
- 4 FORMAZIONI DI ANGIOSPERME TERMOFILE
 - 4.1 a prevalenza di leccio
 - 4.2 a prevalenza di roverella
 - 4.3 formazioni miste (roverella, leccio, orniello, carpino nero, castagno, ecc)
- 5 FORMAZIONI DI CONIFERE TERMOFILE
 - 5.1 pino marittimo
 - 5.2 pino d'Aleppo
 - 5.3 pino domestico
- 6 FORMAZIONI MISTE DI CONIFERE E ANGIOSPERME TERMOFILE
- 7 FORMAZIONI DI ANGIOSPERME MESOFILE
 - 7.1 a prevalenza di faggio
 - 7.2 a prevalenza di castagno
 - 7.2.1 fustaia (da frutto)
 - 7.2.2 ceduo
 - 7.3 formazioni miste (carpino nero, castagno, roverella, acero, sorbo, ecc)
- 8 FORMAZIONI MISTE DI ANGIOSPERME E CONIFERE MESOFILE
- 9 FORMAZIONI DI CONIFERE MESOFILE
 - 9.1 a prevalenza di pino silvestre
 - 9.2 a prevalenza di pino nero
 - 9.3 a prevalenza di abete bianco
 - 9.4 a prevalenza di abete rosso
 - 9.5 a prevalenza di larice
 - 9.6 formazioni miste
- 10 RIMBOSCHIMENTI CON SPECIE ESOTICHE (pino strobo, abete di Douglas, robinie, ailanto, quercia rossa, ecc.)
- 11 FORMAZIONI RIPARIALI (ontano nero, salice, pioppo, ecc.)
- 12 AREE NUDE O CON VEGETAZIONE SPORADICHE
- 13 FORMAZIONI DI ZONE UMIDE D'ACQUA DOLCE
- 14 AREE AGRICOLE
 - 14.1 utilizzate T= terrazze

14.1.1 sottoutilizzate invase da infestanti
14.2 non utilizzate in evoluzione naturale T= terrazzate

Grado di copertura

Per le formazioni cartografate dal punto 4 al punto 9 è indicato il grado di copertura arborea con le seguenti sigle.

BR	bosco rado	grado di copertura dal 20% al 50%
BB	bosco	grado di copertura dal 50% al 100%

2.5.1 Formazioni vegetazionali

Il territorio del bacino idrografico del torrente Impero si distribuisce su un dislivello altitudinale notevole dal livello del mare sino 1417 m s.l.m. del Monte Grande.

Si verifica, pertanto, l'incontro tra una vegetazione tipicamente mediterranea, generalmente costiera e collinare, con una più tipicamente alpina.

Dal punto di vista altitudinale si distinguono n.3 piani (Ozenda):

piano mesomediterraneo (sino ai 600 m s.l.m.)

piano supramediterraneo (dai 600 ai 1.000 m s.l.m.)

piano montano (oltre i 1.000 m s.l.m.)

2.5.2 Piano mesomediterraneo

Include le formazioni vegetali che dal livello del mare si estendono sino ai 600 m s.l.m. circa.

E' l'area generalmente individuata dall'associazione del leccio o *Quercetum ilicis*, sebbene il leccio, essendo presente in raggruppamenti vegetali appartenenti a più serie dinamiche, non la identifica con esattezza.

Formazione di angiosperme termofile

La lecceta

Il leccio (*Quercus ilex*) è presente in sporadici e limitati popolamenti situati in aree estreme sia dal punto di vista pedologico che dell'acclività.

Si tratta generalmente di popolamenti composti da polloni molto numerosi e filati con portamento arbustivo.

Dove il popolamento è maggiormente sviluppato la copertura del suolo è pressoché totale con scarsa presenza di sottobosco e novellame molto sporadico. Il sottobosco è presente nelle chiarie in cui si riscontrano *Rubus sp.*, *Cytisus sessilifolius* nello strato arbustivo e *Rubia peregrina* e *Brachypodium rupestre* nello strato erbaceo.

Il bosco di roverella

Include formazioni che possono spingersi anche nel piano superiore, in cui la specie prevalente risulta essere la roverella (*Quercus pubescens*) che in funzione della quota e nelle esposizioni più fresche o nei canaloni può consociarsi con il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) o il castagno (*Castanea sativa*).

Si tratta di boschi generalmente monoplani di densità variabile da rada, con copertura del suolo da parte delle chiome inferiore al 50%, a quasi colma, con copertura sull'80% del suolo. Sono presenti in situazioni di acclività molto variabile, da bassa a molto accentuate, talvolta con pietrosità elevata.

La forma di trattamento varia dal ceduo matricinato al ceduo semplice con polloni generalmente poco numerosi e, talvolta, con sviluppo e portamento mediocre.

Nello strato arboreo come specie sporadiche si possono riscontrare l'orniello (*Fraxinus ornus*), l'acero (*Acer campestre*) e il ciliegio (*Prunus avium*).

Dal punto di vista floristico queste specie si inquadrano nell'ordine dei *Quercetalia pubescentis* con sconfinamenti nei *Quercetalia ilicis* alle quote inferiori e nelle esposizioni più calde, nei *Quercetalia robori-petraee* nelle stazioni più fresche e a quote più elevate.

Nel sottobosco arbustivo si rilevano, pertanto, *Spartium junceum*, *Calicotome spinosa*, *Rosa* sp., *Cornus* sp., *Crataegus monogyna* e *Rhamnus alaternus*, mentre lo strato erbaceo è caratterizzato principalmente da graminacee in cui prevalgono *Brachypodium rupestre*, la *Coeleria* sp. accompagnate da *Festuca* gr. *rubra*, *Bromus erectus*. Tra le altre specie erbacee si rilevano *Carex* sp., vari tipi di leguminose (*Trifolium pratense*, *Trifolium campestre*, *Psoralea bituminosa*).

Con la contrazione della superficie agricola coltivata, in particolare nelle aree marginali dal punto di vista altitudinale e dell'accessibilità, la roverella, preceduta da cenosi secondarie, si è introdotta nel processo evolutivo colonizzando tali siti originando un bosco rado in molti casi anche su suoli terrazzati.

Le formazioni miste

Sono cenosi in cui la roverella risulta ancora dominante, ma si trova consociata con carpino nero e talvolta con il castagno. Nelle aree più fresche e nei canaloni il carpino nero origina dei nuclei quasi monospecifici. Nello strato arboreo come specie sporadiche si possono riscontrare l'orniello (*Fraxinus ornus*), l'acero (*Acer campestre*) e il ciliegio (*Prunus avium*).

Floristicamente rispetto al gruppo precedente si ha una diminuzione delle specie più termofile con un arricchimento di specie del piano superiore.

Formazioni di conifere termofile: le pinete di pino d'Aleppo

Il pino d'Aleppo è presente, nelle esposizioni soleggiate e in piccoli nuclei, nella parte bassa del bacino in prossimità della costa, come a Capo Berta e lungo la parte alta del versante dal Monte Bardellino sino al Monte Croce.

Si tratta generalmente di popolamenti a struttura monoplana e monospecifici che occupano terreni superficiali, talvolta con elevata rocciosità; nei suoli più profondi e fertili si registra la presenza di roverella.

Nel sottobosco si rileva un corteggio floristico ascrivibile al Quercu-Pinetum halepensis, con presenza di *Calicotome spinosa*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Coriaria myrtifolia*, *Smilax aspera*, *Globularia alypum*, *Rubia peregrina*

Formazioni miste di conifere e angiosperme termofile: i boschi misti di pino d'Aleppo e roverella

Occupano stazioni analoghe al gruppo precedente, ma con suoli più profondi e fertili. Si tratta, sempre, di popolamenti che occupano piccole superfici e che presentano una struttura biplana, con il pino d'Aleppo che occupa il piano superiore e la roverella l'inferiore. La composizione del sottobosco è simile a quella descritta per il gruppo precedente.

Formazioni arbustive

Sono cenosi che occupano per lo più le zone di crinale, rappresentando la fase evolutiva di prati pascoli abbandonati o sottoutilizzati, ma sono presenti anche lungo i versanti come stadio evolutivo delle aree abbandonate dall'agricoltura. La struttura è quella della macchia bassa con altezza delle piante di 1,5 - 2m con pochi esemplari arborei.

Nelle aree più degradate per il passaggio del fuoco, la macchia assume un aspetto di gariga con aumento delle specie tipicamente xerofile, un'ulteriore diminuzione o totale scomparsa degli esemplari arborei e con una vegetazione tipicamente cespugliosa, discontinua e bassa. Il grado di copertura arbustiva è variabile, in funzione soprattutto della fase evolutiva, andando dal 30% circa sino all'90% di cenosi molto fitte; in tutte le formazioni la copertura erbacea è molto ampia vegetando, talvolta, su oltre l'80% della superficie.

Dove la copertura arbustiva non risulta eccessiva e non impedisce del tutto il passaggio degli animali queste cenosi possono essere sottoposte ad un'utilizzazione pascoliva nel periodo autunnale ed invernale. Se invece questa copertura supera il 50% la praticabilità diventa nulla e non è più ipotizzabile alcuna utilizzazione. La presenza dell'animale pascolante contribuisce comunque ad una limitazione dello sviluppo della vegetazione e della fitomassa combustibile in generale, presente sul terreno, riducendo il pericolo d'incendio.

Floristicamente queste cenosi possono essere riferite ad associazioni diverse in funzione del substrato pedologico, dello stato evolutivo e del livello dell'intervento antropico. Si

tratta di cenosi xeriche, molto povere dal punto di vista pabulare in cui prevalgono le graminacee tra cui *Brachypodium rupestre*, *Brachypodium distachyum*, *Bromus erectus*, *Festuca gr. Rubra*. Le leguminose sono presenti in minima parte e tra le altre specie caratteristiche si riconoscono *Smilax aspera*, *Lonicera implexa*, *Euphorbia spinosa*, *Carex flacca*. Nello strato arbustivo si riconoscono gli arbusti *Spartium junceum*, *Calicotome spinosa*, *Pistacia lentiscus*, *Coriaria myrtifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Cistus albidus*, *Asparagus acutifolius*, *Robus sp.*.

2.5.3 Piano supramediterraneo e piano montano

Il piano supramediterraneo interessa i territori del bacino a partire dalla quota di 600 m slm circa sino al 1000 m slm circa. Si riscontra una vegetazione eterogenea, fortemente condizionata dalle caratteristiche stazionali, di substrato, pendenza ed esposizione. Nel piano montano ricadono, solamente, le aree a pascolo o ad arbusteto situate oltre i 1000 m slm

Le formazioni miste

Queste cenosi si riscontrano nella parte alta del bacino. Le specie arboree prevalenti sono il castagno e il carpino nero con risalita dal piano inferiore della roverella. Il castagno e il carpino nero occupano prevalentemente le stazioni più fresche, mentre la roverella è presente, generalmente consociata con le altre essenze, nelle esposizioni soleggiate e sui dossi.

Tra le specie arboree sporadiche si riscontrano; orniello (*Fraxinus ornus*), frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), acero campestre (*Acer campestre*), pioppo tremolo (*Populus tremula*), ciliegio (*Prunus avium*), melo (*Malus sp.*).

La forma di trattamento varia dal ceduo semplice, dove prevale il castagno, al ceduo matricinato, dove prevalgono il carpino nero e la roverella. La matricinatura risulta, infatti, essere rada e irregolarmente distribuita nel ceduo di castagno, più intensa e regolarmente distribuita dove prevalgono il carpino nero e la roverella.

In molte zone il carpino nero si presenta come specie d'invasione del castagneto, ma può anche presentarsi quasi puro, in popolamenti poveri di provvigione per le ridotte dimensioni diametriche degli esemplari, o in consociazione con la roverella nelle stazioni più calde.

Floristicamente queste cenosi presentano una vegetazione che include specie sia dell'ordine *Quercetalia pubescentis*, come geranio (*Geranium sanguineum*), *Sesleria sp.*, *Teucrium chamaedrys* e *Coronilla emerus*, in cui scompaiono le essenze più termofile e tipicamente mediterranee, sia dell'ordine *Quercetalia robori-petreae* come biancospino (*Crataegus monogyna*), corniolo (*Cornus sanguinea*) e felce (*Pteridium aquilinum*).

Nel comune di Borgomaro, località Conio, sono state individuate aree sottoposte ad utilizzazione.

Formazioni di angiosperme mesofile: il ceduo di castagno

Questi popolamenti sono presenti in comune di Borgomaro (loc. Conio) e di Chiusanico. Sono consorzi antropogeni governati a ceduo con riserva di poche matricine, talvolta irregolarmente distribuite sulla superficie. Sono comprese aree con polloni stramaturi e altre con soprassuoli più giovani in quanto ancora sottoposti ad utilizzazione. Queste cenosi derivano in parte dalla ceduzione di castagneti da frutto (come a Conio), come testimoniato dalla presenza di ceppaie di grandi dimensioni.

Floristicamente possono essere considerate varianti più o meno impoverite delle quercete e vale quanto descritto per il gruppo precedente. Le specie erbacee sono presenti con una copertura irregolare a seconda del più o meno forte ombreggiamento dei polloni maturi. Tra le specie arboree sporadiche si riscontrano carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), roverella (*Quercus pubescens*), acero campestre (*Acer campestre*), ciliegio (*Prunus avium*).

Formazioni miste, di angiosperme e conifere mesofile, e formazioni di conifere mesofile.

Queste tipologie vengono trattate unitamente in quanto legate dalla forte azione antropica comune che ne ha portato alla creazione. Nei primi anni settanta sono stati effettuati, infatti, numerosi rimboschimenti in aree considerate a rischio dal punto di vista idrogeologico. In molti casi, tuttavia, questi interventi sono stati limitati nella loro efficacia in quanto percorsi ripetutamente da incendi. La specie utilizzata prevalentemente è stata il pino nero (*Pinus nigra*), ma sono state introdotte anche altre specie come il pino marittimo (*Pinus pinaster*) e, in territorio di Lucinasco la quercia rossa (*Quercus ruber*).

Questi interventi antropici hanno portato alla formazione sia di popolamenti puri di conifere mesofile, in particolare di pino nero, come rilevabile nelle perticaie in prossimità dell'abitato di Cesio e in diversi altri piccoli nuclei isolati, sia di cenosi miste a gruppi di angiosperme e conifere mesofile, tra loro non distinguibili cartograficamente, come a Ville San Pietro o a Lucinasco. In quest'ultimo sito, alle Fonti di Maro, le perticaie di pino nero, di pino marittimo o di quercia rossa si alternano al ceduo di castagno o di roverella.

Dal punto di vista floristico la vegetazione erbacea ed arbustiva è riconducibile a quanto descritto precedentemente per i cedui.

Dal punto di vista gestionale, per migliorare la funzione protettiva, si rendono necessari interventi di riequilibrio della densità e interventi di taglio fitosanitario sul pino marittimo deperito dagli attacchi di *Matsucoccus feytaudi*.

Rimboschimenti con specie esotiche

Si tratta di popolamenti puntiformi di ridottissima estensione. Oltre al già citato rimboschimento con quercia rossa sono riscontrabili piccoli interventi con pino strobo (*Pinus strobo*) o filari di cedro (*Cedrus* sp.). Floristicamente non hanno un'identità propria, ma subiscono l'influenza dei popolamenti limitrofi.

Formazioni pascolive

Il pascolo occupa le parti alte dei versanti e le zone di crinale. In questo piano sono incluse le superfici che si collocano nella fascia sotto agli alpeggi e i pascoli xerofili.

I pascoli xerofili si trovano sino ai 750 m s.l.m. e comprendono zone di pascolo con caratteri tipicamente mediterranei riferibili ad associazioni mesoxerofile. Il corteggio floristico è molto vario, ma predominano le graminacee come *Brachypodium rupestre*, *Bromus erectus* e *Festuca rubra*. La vegetazione arbustiva, dove le cotiche sono sottoutilizzate o completamente abbandonate, evidenzia una grande espansione. Le cenosi arbustive invadenti sono ascrivibili ai *Prunetalia spinosae* con *Rosa* sp., *Prunus spinosae* e *Rubus fruticosus*. Sono aree utilizzate nel periodo autunno-vernino prima del tramuto estivo, ma si presentano per lo più sottoutilizzate o in stato di abbandono.

Sopra i 900 m s.l.m. troviamo zone pascolive, che talvolta vengono ancora sfalciate (San Bernardino di Conio) o in cui questa pratica è stata abbandonata da poco tempo. Sono caratterizzate da una elevata copertura della cotica erbosa (dal 90% al 100%). Nelle aree sottoutilizzate si riscontra una frequente presenza arbustiva come *Robus* sp., *Rosa* sp. e *Pteridium aquilinum*. Si tratta di cotiche in evoluzione, molto ricche di specie, in cui non è possibile individuare una facies prevalente per la tipologia. Si alternano, infatti, facies a *Brachypodium rupestre*, facies a *Festuca rubra*, facies a *Bromus erectus*, facies a *Sesleria coerulea*. Vengono utilizzate prima e dopo il tramuto estivo e possono essere falciate nel periodo estivo.

A queste aree ad elevata copertura erbacea si alternano altre, in parte derivate da ex-coltivi, in cui la cotica si presenta meno fitta (dal 60% al 75%), con zone denudate, e in cui vi è ancora un'elevata presenza di arbusti, in particolare dove l'utilizzazione è minima. Tra le specie arbustive prevalgono *Robus* sp., *Rosa* sp., *Prunus spinosae* e *Crataegus monogyna*. Lo strato erbaceo contiene numerose specie tipiche delle cenosi secondarie d'invasione.

Formazioni arbustive.

Sono zone in cui la pratica pascoliva o le altre pratiche agricole sono venute meno. Analogamente alle cenosi del piano inferiore la mancata utilizzazione e il ripetuto passaggio del fuoco ha permesso lo sviluppo notevole delle specie arbustive. La copertura erbacea è in evoluzione con un progressivo impoverimento delle specie foraggiere ed un aumento di graminacee di scarso valore pabulare. Nelle cotiche prevalgono specie dei *Festuco-Brometea*, ordine *Brometalia erecti* in particolare *Brachypodium rupestre* e *Bromus erectus* con specie più tipicamente mediterranee come *Thymus vulgaris* e *Lavandula stoechas*. Tra gli arbusti si riscontrano *Crataegus monogyna*, *Cistus albidus*, *Coriaria myrtifolia*, *Prunus spinosa*, *Rubus* sp., *Rosa* sp., *Juniperus communis* e *Cotinus coggygia*. Vi sono sporadici esemplari arborei di roverella, carpino nero, ciliegio, orniello e castagno.

2.5.4 Consorzi azonali

Formazioni ripariali

Si tratta di cenosi discontinue, a struttura di corridoio, riscontrabili lungo i corsi d'acqua. Sono stabili, ma erratiche poiché possono essere ciclicamente distrutte dalle piene e riformarsi altrove; solo raramente possono evolvere verso forme più mature di vegetazione. Sono cenosi di ridotte dimensioni a densità molto variabile, in cui, nello strato arboreo, sono presenti specie igrofile come Pioppo nero (*Populus nigra*), Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e *Salix alba* e specie sporadiche come ciliegio (*Prunus avium*), robinia (*Robinia pseudoacacia*) e esemplari di noce (*Juglans regia*). Nello strato arbustivo si riscontra il salice (*Salix* sp), talvolta esemplari di sambuco (*Sambucus nigra*) e di viburno (*Viburnum* sp.) e in modo puntiforme nuclei più o meno estesi canna domestica (*Arundo donax*). La diffusione dello strato erbaceo è variabile, con una composizione di specie che vivono lungo i corsi d'acqua come *Urtica dioica*, *Lythrum salicaria*, *Carex* sp., *Nasturtium officinale*, *Apium nodiflorum*, *Cyperus fuscus*.

Formazioni di zone umide d'acqua dolce

Sono costituite da cenosi riscontrabili nei tratti dei corsi d'acqua fortemente antropizzate dove prevale sia nell'alveo, sia sulle sponde una vegetazione igrofila per lo più erbacea, frequentemente inondata, simile a quella del raggruppamento precedente. Formazioni di maggiori dimensioni sono costituiti da nuclei puntiformi di canna domestica e sporadici esemplari di salici, aventi superficie sempre inferiore a quella minima cartografabile. Tali formazioni sono state, tuttavia, indicate in cartografia con una specifica simbologia.

Aree nude o con vegetazione sporadica

Rientrano in questa definizione le aree utilizzate in passato per le attività estrattive e le cenosi tipiche di rocce e faglie e le formazioni erbacee ed arbustive dei suoli rocciosi a forte pendenza.

Mentre la prima tipologia è riscontrabile prevalentemente nei fondovalle vicino alle vie di comunicazione, le altre occupano, in particolare, le parti alte dei versanti ove il substrato roccioso è particolarmente presente in superficie.

Dal punto di vista vegetazionale si tratta di cenosi impoverite in cui prevalgono specie rustiche, dal punto di vista edafico e climatico, e specie pioniere.

2.5.5 Aree agricole

Vengono distinte in:

Aree Agricole Utilizzate

Aree Agricole sottoutilizzate invase da infestanti

Aree Agricole non Utilizzate in evoluzione naturale

Caratteristica comune alle aree agricole è la sistemazione a terrazzamenti e gradonamenti dei terreni, che interessa vaste porzioni dell'ambito di bacino, a testimonianza della forte antropizzazione cui è stato soggetto l'intero territorio nel corso dei secoli passati.

La realizzazione dei terrazzamenti sostenuti da muri in pietra a secco costituiva, peraltro, l'unica possibilità tecnica per la messa a coltura dei terreni, stante l'elevata pendenza dei versanti e la pietrosità dei suoli.

Le sistemazioni agrarie hanno interessato pressoché la totalità della superficie disponibile, ad eccezione delle zone di crinale, delle aree con forti affioramenti litoidi, di alcune zone d'impluvio e riparie non accessibili o soggette a fenomeni di piena.

In oggi, le aree agricole utilizzate risultano in gran parte ancora occupate dalla coltivazione dell'olivo ed, in misura assai minore, dalla coltura della vite e delle piante orto-floro-frutticole.

In generale, sono maggiormente concentrate nelle vicinanze dei centri abitati o nelle zone a minore acclività e servite da viabilità di accesso, o con eventuale disponibilità di acqua irrigua.

Riguardo al sottopoligono delle aree agricole sottoutilizzate, sono state definite come tali le zone nelle quali risultavano contemporaneamente presenti, in forma mosaicata e frammentata, non cartografabili singolarmente, ridotte porzioni di terreno ancora coltivate, accanto ad appezzamenti in fase di abbandono, invasi da erbe infestanti e non più sottoposti a regolari interventi colturali.

Tali zone si riscontrano con maggior frequenza nelle aree olivate poste alle quote più elevate (frazioni di Ville San Pietro e Conio in comune di Borgomaro, comune di Cesio, etc.) o con esposizione ed accessibilità meno favorevoli, nonché nelle aree agricole definibili come eterogenee, ancora parzialmente destinate a colture orticole e frutticole in consociazione, in genere localizzate in prossimità dei centri abitati e lungo i corsi d'acqua.

Le aree agricole non utilizzate in evoluzione naturale sono rappresentate dagli ex coltivi, attualmente invasi da cenosi erbacee ed arbustive, o con inserimenti arborei più o meno radi, soprattutto di roverella, che si comporta come specie pioniera.

In queste aree le originarie sistemazioni in terrazzamenti e gradonamenti della superficie evidenziano sensibili fenomeni di degrado.

Trattasi dei territori agricoli dismessi in epoche più o meno remote, soprattutto ex seminativi o ex oliveti, posti, in particolare, alle altitudini più elevate e nelle zone più interne, con nessuna disponibilità idrica e/o più difficilmente raggiungibili.

Nei casi in cui tali aree si presentano ormai occupate da vegetazione arbustiva e/o boschiva con presenza, soltanto, di alcune tracce delle sistemazioni agrarie, sono state ricomprese nei territori ad arbusteto o boscati.

Per la dettagliata caratterizzazione delle aree agricole utilizzate, si veda il capitolo relativo all'uso del suolo.

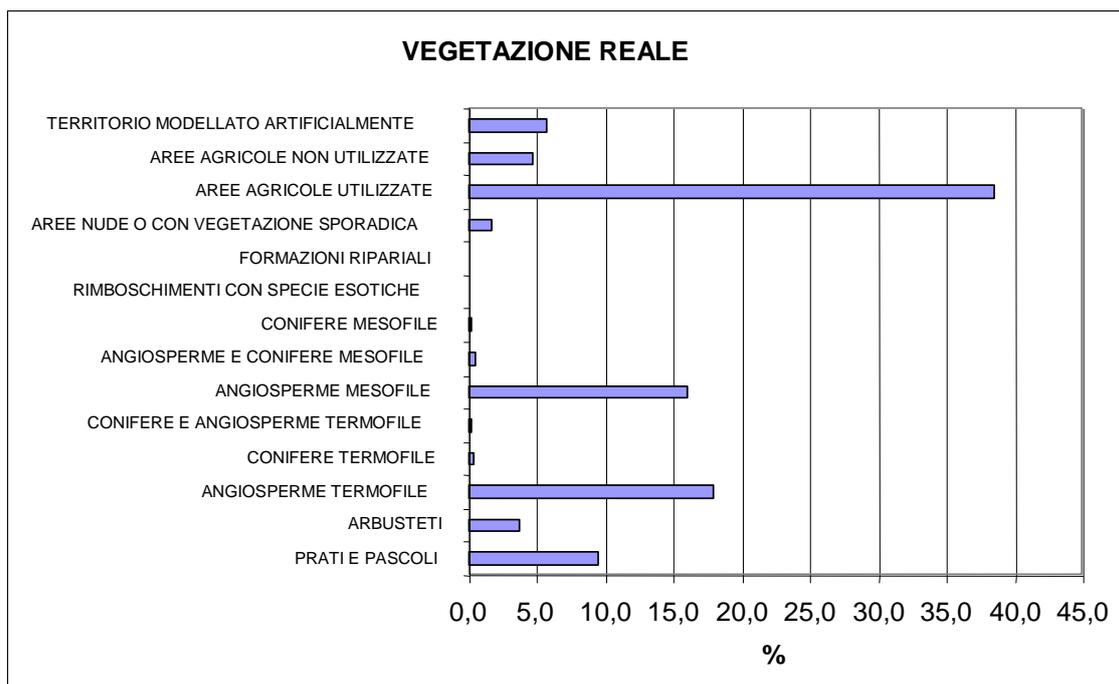
VEGETAZIONE REALE	Superficie (kmq)	Incidenza % sulla sup. totale
PRATI E PASCOLI	9,14	9,57
ARBUSTETI		
Macchia mediterranea	1,16	1,21
Arbusteto mesofilo o submontano	2,45	2,56
ANGIOSPERME TERMOFILE		
a prevalenza di leccio	0,02	0,02
a prevalenza di roverella	16,30	17,06
formazioni miste	0,88	0,92
CONIFERE TERMOFILE		
pino d'Aleppo	0,35	0,36
CONIFERE E ANGIOSPERME TERMOFILE	0,33	0,35
ANGIOSPERME MESOFILE		
ceduo di castagno	0,51	0,53
formazioni miste	14,86	15,56
ANGIOSPERME E CONIFERE MESOFILE	0,51	0,53
CONIFERE MESOFILE		
a prevalenza di pino nero	0,16	0,17
a prevalenza di abete rosso	0,04	0,04
formazioni miste	0,08	0,08
RIMBOSCHIMENTI CON SPECIE ESOTICHE	0,02	0,02
FORMAZIONI RIPARIALI	0,05	0,05
AREE NUDE O CON VEGETAZIONE SPORADICA	1,72	1,79
AREE AGRICOLE UTILIZZATE	36,86	38,58
AREE AGRICOLE NON UTILIZZATE	4,64	4,85
TERRITORIO MODELLATO ARTIFICIALMENTE	5,49	5,75
TOTALE	96	100

2.5.6 Incidenza delle superfici

Dal rilievo delle superfici relative ai diversi tipi vegetazionali viene riscontrata la ripartizione riportata nella seguente tabella:

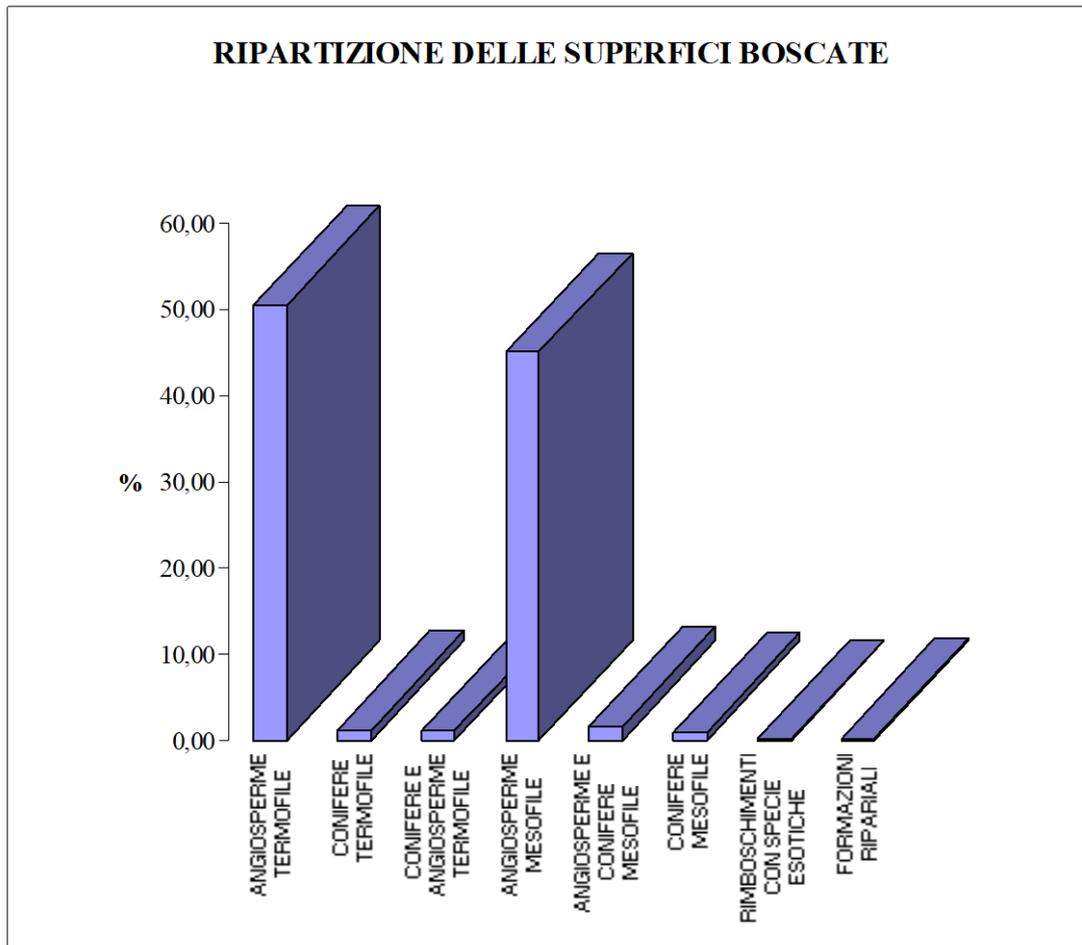
In generale si evidenzia che il territorio del bacino è occupato in prevalenza da aree agricole (oltre il 38% della superficie) e da superfici boscate (oltre il 34% della superficie) mentre la restante parte è costituita da prati e pascoli, territori modellati artificialmente, zone agricole non utilizzate e arbusteti.

Nel seguente grafico si riporta schematicamente l'incidenza percentuale dei vari tipi vegetazionali (Grafico 2.5.1).



Per quanto riguarda le superfici boscate l'incidenza delle varie formazioni vegetazionali è riassunto dal grafico 2.5.2, in cui si rileva la dominanza delle angiosperme termofile (oltre il 50%) e mesofile (oltre il 45%) costituite da formazioni a prevalenza di roverella e da formazioni miste di carpino nero, roverella e castagno.

Grafico 2.5.2



2.6 COPERTURA ED USO DEL SUOLO

2.6.1 Regime normativo del P.T.C.P.

Il territorio in oggetto ricade nei seguenti ambiti territoriali:

N.20 IMPERIA

N.22 VALLE IMPERO.

Per entrambi gli ambiti, il P.T.C.P. prevede per l'assetto vegetazionale un indirizzo di pianificazione di CONSOLIDAMENTO – MODIFICABILITA':

Ambito N.20 "la notevole antropizzazione dell'ambiente ha costretto le aree boscate entro superfici modeste in rapporto all'ecologia dei luoghi. Essendo ovviamente improponibile l'aumento dell'estensione a scapito di insediamenti e colture specializzate, appare necessario privilegiare l'espansione di esemplari di specie arboree spontanee su eventuali aree agricole abbandonate, su aree prative incolte, in zone arbustate, allo scopo di favorire il differenziamento degli habitat e lo sviluppo di cenosi evolute anche su porzioni minime di territorio. Sono da privilegiare in tal senso le angiosperme termofile. Le praterie sono di modestissima estensione e prive di "buone foraggere."

Ambito N.22 "l'estensione delle aree boscate è sufficiente, ma con disomogeneità. Appare opportuno un ampliamento della superficie boscata a spese di aree marginali e di praterie a ben modesto tenore di buone foraggere ed un loro miglioramento qualitativo. Le praterie sono disomogenee come tenore di buone foraggere; nel complesso le risorse risultano qualitativamente modeste rispetto la superficie occupata".

2.6.2 Carta della copertura ed uso del suolo

Legenda secondo gli standard cartografici prescritti dall'autorità di bacino regionale

- 1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE
 - 1.1 ZONE URBANIZZATE
 - 1.1.1 tessuto urbano continuo
 - 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
 - 1.2 ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE
 - 1.2.1 aree industriali o commerciali
 - 1.2.2 reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
 - 1.2.3 aree portuali
 - 1.2.4 aeroporti
 - 1.3 AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE
 - 1.3.1 aree estrattive
 - 1.3.2 discariche
 - 1.4 ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE
 - 1.4.1 aree verdi urbane

- 1.4.2 aree sportive e ricreative
- 2 TERRITORI AGRICOLI
 - 2.1 SEMINATIVI
 - 2.1.1 seminativi in aree non irrigue
 - 2.1.2 seminativi in aree irrigue
 - 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria
T= terrazzati
 - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra
T= terrazzati
 - 2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE
 - 2.2.1 vigneti T= terrazzati
 - 2.2.2 frutteti T= terrazzati
 - 2.2.3 oliveti T= terrazzati
 - 2.3 PRATI E PASCOLI
 - 2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE T= terrazzati
 - 2.5 EX COLTIVI T= terrazzati
- 3 TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI
 - 3.1 PRATERIE
 - 3.2 ZONE BOSCAE
 - 3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA
 - 3.4 ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE
 - 3.4.1 spiagge, dune
 - 3.4.2 rocce nude
 - 3.4.3 aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritici)
 - 3.4.4 aree percorse da incendi recenti
- 4 ZONE UMIDE
 - 4.1 ZONE UMIDE INTERNE
- 5 CORPI IDRICI
 - 5.1 ACQUE CONTINENTALI
 - 5.1.1 corsi d'acqua, canali larghezza minima alveo m 10
 - 5.1.2 bacini d'acqua
 - 5.2 ACQUE MARITTIME

2.6.2.1 Descrizione

La descrizione puntuale dell'attuale uso antropico dei suoli consente di conoscere il rapporto fra le attività umane e il territorio, nonché le pressioni che queste esercitano sulle forme del paesaggio.

La classificazione adottata, che richiama quella prevista dal Progetto Comunitario Corine - Land Cover, evidenzia i seguenti tipi di copertura ed uso del suolo:

TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE distinti in:

- ZONE URBANIZZATE a tessuto urbano continuo, coincidenti con i centri abitati;
- ZONE URBANIZZATE a tessuto urbano discontinuo: in tali zone sono state, in genere, inserite le aree periferiche urbane, caratterizzate dalla presenza di insediamenti residenziali, che possono assumere i caratteri dello "sprawl urbano" o dispersione insediativa, con disorganizzazione strutturale, carenza di infrastrutture e diffuso disordine morfologico.

Sono aree nelle quali si assiste alla perdita progressiva dei caratteri propri delle zone agricole e dove sussiste la contemporanea presenza di lotti edificati, superfici trattate a giardino ed orto e superfici agricole, in parte sotto utilizzate o ex coltivi. Si riscontrano soprattutto lungo la corona periferica collinare dell'abitato di Imperia Oneglia e dei centri più vicini alla costa come Pontedassio.

- ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE

- Aree industriali o commerciali:
 - gli insediamenti di più antica realizzazione si riscontrano all'interno del tessuto urbano di Imperia Oneglia in un'ampia fascia longitudinale parallela al corso del torrente Impero;
 - i nuovi insediamenti si sono sviluppati all'interno della valle lungo l'asta fluviale, in particolare, nel tratto tra Imperia e Chiusavecchia.

- Reti autostradali e ferroviarie: rappresentate dall'autostrada A 10 Genova - Ventimiglia e dalla linea ferroviaria Genova - Ventimiglia.

- Aree portuali: comprendenti il porto di Imperia Oneglia e le aree occupate dai cantieri navali;

- AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE

- Aree estrattive: rappresentate esclusivamente da cave o ex cave di materiale lapideo;
- Discariche: nell'ambito di bacino non esistono aree di discarica autorizzate. Sono state riscontrate, tuttavia, numerose discariche puntiformi di materiali inerti, sia lungo l'alveo dei torrenti che sui versanti. In considerazione della ridotta estensione, tali aree non sono state indicate sulla carta di uso del suolo, ad eccezione di quelle di maggiore superficie (ponte per abitato di Sarola, Chiusavecchia).

-ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE

- Aree verdi urbane: zone comprese nel tessuto urbano ricoperte da vegetazione. Riscontrabili, in particolare, nel tessuto di Imperia Oneglia e costituite da aree pubbliche o private trattate a giardino o parco o a filari arborei, la cui ridotta dimensione, tuttavia, non sempre ha consentito di cartografare.

- Aree sportive e ricreative: ad eccezione di alcune limitate attrezzature sportive (campi da football, tennis, pallavolo, pallone elastico, etc.) e minuscole aree attrezzate a parco giochi

per l'infanzia, riscontrabili nei principali centri abitati, si deve constatare l'assoluta mancanza, nell'intero ambito di bacino, di superfici verdi adibite ad uso ricreativo sotto forma di parchi attrezzati o parchi naturalistici.

TERRITORI AGRICOLI

Dal rilievo effettuato risulta che tali territori si estendono su una superficie complessiva di kmq 50 circa di cui kmq 4,6 circa rappresentati da ex coltivi.

Le aree agricole sono suddivise come segue:

Colture permanenti arboree

Oliveti

Le aree agricole della Valle Impero sono caratterizzate dalla prevalente estensione dell'oliveto, che conferisce all'intero paesaggio una precisa e forte peculiarità sia estetica, che ecologica.

La coltura dell'olivo, introdotta intorno al XVII secolo, ha trovato nel territorio imperiese condizioni climatiche e pedologiche favorevoli, che ne hanno reso possibile un'estesa diffusione dalle colline litoranee fino alle zone più interne del bacino, ad un'altitudine massima di m 550 s.l.m. (Cesio, Conio).

All'introduzione e diffusione dell'oliveto sono associate le opere di sistemazione del terreno a terrazzamenti sostenuti dai muri in pietra a secco, che nelle zone a maggiore acclività hanno larghezze utili non superiori a 3-4 m circa.

E' indubbia la funzione positiva esercitata dai terrazzamenti nell'attenuare i fenomeni di erosione del suolo per ruscellamento, favorendo l'infiltrazione dell'acqua nel terreno.

Peraltro, la struttura stessa dei muri a secco favorisce il drenaggio delle acque meteoriche attraverso gli interstizi tra le pietre, conferendo al muro anche una maggiore resistenza ai carichi statici legati all'accumulo di acqua nel suolo.

Il patrimonio olivicolo imperiese ha l'importante particolarità, unica nelle zone di produzione italiane, di essere costituito da una sola varietà, la pregiata "Taggiasca", che unisce ad una capacità produttiva di media entità, una resa in olio ed una qualità di livello assai elevato.

Dal punto di vista colturale, uno dei problemi tipici dell'olivicoltura imperiese è costituito dall'elevata densità di piantagione, che, in media, raggiunge e supera anche le 500 piante ad ettaro. Ciò ha determinato un eccessivo sviluppo in altezza delle piante, che spesso superano anche i 6-8 metri ed assumono un portamento filato, a seguito della scarsa penetrazione della luce all'interno delle chiome.

Tale conformazione delle piante, associata alla natura accidentale dei terreni, rende molto onerose le operazioni colturali, in particolare la raccolta, difficilmente meccanizzabile.

Solo recentemente sono stati attuati interventi di ristrutturazione degli oliveti attraverso il diradamento degli impianti fino ad una densità di 200-250 piante x ettaro ed il successivo abbassamento della chioma ad altezze non superiori a 3,5-4 metri, con forma di allevamento definita ad "ombrello", in sostituzione della prevalente forma libera. Ciò consente di migliorare la qualità e la quantità del prodotto, di agevolare le operazioni colturali e di attenuare il fenomeno dell'alternanza di produzione.

L'esecuzione di tali interventi è stata anche incentivata attraverso l'erogazione di finanziamenti comunitari, statali e regionali, previsti in attuazione del programma Obiettivo 5b Liguria per il periodo 1994-1999 e del regolamento CEE n.2078/92.

Dagli accertamenti eseguiti e dalle informazioni assunte, risulta che le operazioni di riforma degli oliveti hanno interessato in alcune zone anche il 70-80% della superficie olivicola ancora utilizzata (es. comune di Lucinasco).

Tuttavia, anche nell'ambito del bacino imperiese è in atto, ormai da molti decenni, un progressivo abbandono della coltura dell'olivo, con la comparsa di vaste superfici caratterizzate da fenomeni di "sottoutilizzazione" colturale, anche nelle zone da ritenersi più vocate (territorio di Chiusanico, Borgomaro, Pontedassio).

A sostegno della olivicoltura, con D.M. 4.11.1993 n.573 è stata recentemente istituita per gli oliveti liguri la denominazione di origine protetta (DOP) "Riviera Ligure", che comprende la sottozona "Riviera dei Fiori" per le aree olivicole imperiesi.

Si riporta di seguito la S.A.U. ad olivo al 1990, distinta per comune (dati del IV censimento generale dell'agricoltura 1990)

comune	SAU olivo	SAU totale	incidenza %
Imperia *	1.036,08	1.317,63	78,63%
Chiusanico	242,19	321,87	75,24%
Chiusavecchia	132,96	191,65	69,38%
Pontedassio	532,44	812,72	65,51%
Caravonica	113,91	207,75	54,83%
Lucinasco	202,86	408,34	49,68%
Aurigo	132,57	351,98	37,66%
Borgomaro	298,07	838,75	35,54%
Cesio *	85,10	253,13	33,62%
totali	2776,18	4703,82	59,02%

nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

Superfici a oliveto iscritte all'Albo degli Oliveti a Denominazione di Origine Protetta (DOP) (Camera di Commercio I.A.A. di Imperia - aggiornamento al 31.12.1998) e loro incidenza sulla SAU ad olivo e sulla SAU totale.

Comune	SAU olivo	SAU olivo DOP	SAU Totale	Incidenza % SAU DOP/ SAU olivo	Incidenza % SAU DOP/ SAU Totale
Imperia*	1036,08	152,11	1317,63	14,68	11,54
Chiusanico	242,19	95,95	321,87	39,62	29,81
Chiusavecchia	131,96	41,22	191,65	31,00	21,51
Ponedassio	532,44	68,53	812,72	12,87	8,43
Caravonica	113,91	4,98	207,75	4,37	2,40
Lucinasco	202,86	72,58	408,34	35,78	17,77
Aurigo	132,57	13,49	351,98	10,18	3,83
Borgomaro	298,07	37,79	838,75	12,68	4,51
Cesio*	85,1	16,17	253,13	19,00	6,39
totali	2776,18	502,82	4703,82	18,11	10,69

nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

Sono state anche condotte alcune indagini relative alla composizione floristica della vegetazione infestante spontanea dell'oliveto coltivato, che, qualora sottoposta soltanto a periodici tagli, svolge le funzioni di una vera e propria pacciamatura verde, a copertura del terreno.

Vigneti

Sono situati soltanto in alcuni ambiti, in zone con buona esposizione, su terreni terrazzati o in appezzamenti poco acclivi. Le aree viticole più rappresentative si riscontrano nelle seguenti località principali:

- colle dei Bardellini (comune Imperia);
- Gazzelli (comune Chiusanico)
- Pontedassio (loc. Le Ciane-Rundu)
- Caravonica

Trattasi di vigneti per la produzione di uva da vino, appartenenti, in particolare, ai vitigni "Pigato", "Vermentino" e "Rossese". Le forme di allevamento più diffuse sono rappresentate dal sistema ad "alberello", tipico dei vigneti di vecchio impianto, dal sistema "Guyot" variamente modificato (archetto semplice o doppio), dal sistema a "cordone speronato" e la controspalliera, adottati per gli impianti più recenti.

Riguardo alle superfici a vigneto, si deve constatare che, contemporaneamente al continuo regresso dei vigneti comuni, nell'ultimo decennio si è verificata un importante

rinnovazione degli impianti con incremento dei vigneti per la produzione di vini di qualità. Ciò è stato favorito dal riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata per i vini Vermentino, Pigato, Ormeasco e Rossese della Riviera Ligure di Ponente (D.P.R. 31.3.1988).

Si riporta di seguito la S.A.U. a vite al 1990, distinta per comune (dati del IV censimento generale dell'agricoltura 1990)

<i>comune</i>	<i>SAU vite</i>	<i>SAU D.O.C.</i>	<i>SAU totale</i>	<i>incidenza %</i>	<i>incidenza %</i>
Imperia *	98,11	9,07	1.317,63	7,45%	0,69%
Chiusanico	10,44	1,15	321,87	3,24%	0,36%
Chiusavecchia	6,34	0,00	191,65	3,31%	0,00%
Pontedassio	38,15	9,30	812,72	4,69%	1,14%
Caravonica	17,92	0,00	207,75	8,63%	0,00%
Lucinasco	20,94	0,00	408,34	5,13%	0,00%
Aurigo	9,44	0,00	351,98	2,68%	0,00%
Borgomaro	18,23	0,00	838,75	2,17%	0,00%
Cesio *	9,21	0,60	253,13	3,64%	0,24%
Totali	228,78	20,12	4.703,82	4,86%	0,42%

Nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

Superfici a vigneto per la produzione di vini D.O.C, iscritti all'Albo dei Vigneti dei Vini a Denominazione di Origine Controllata (Camera di Commercio I.A.A. di Imperia - aggiornamento al 31.12.1997)

Superficie Ha					
<i>comune</i>	<i>Vermentino</i>	<i>Pigato</i>	<i>Rossese</i>	<i>SAU totale</i>	<i>incidenza %</i>
Imperia *	23,19	5,00	0,58	1.317,63	2,18%
Chiusanico	3,67	1,24	0,00	321,87	1,52%
Chiusavecchia	0,24	0,00	0,00	191,65	0,12%
Pontedassio	9,78	0,65	0,17	812,72	1,30%
Caravonica	0,00	0,00	0,00	207,75	0,00%
Lucinasco	0,00	0,00	0,00	408,34	0,00%
Aurigo	0,00	0,00	0,00	351,98	0,00%
Borgomaro	0,00	0,00	0,00	838,75	0,00%
Cesio *	0,36	0,04	0,00	253,13	0,15%
totali	37,24	6,93	0,75	4.703,82	0,95%

Nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

Come si evince dalle tabelle di cui sopra, la superficie dei vigneti DOC, nel periodo 1990 - 1997, è più che raddoppiata passando da ha 20,12 circa ad ha 44,92, corrispondenti allo 0,95% della SAU totale dell'intero comprensorio considerato.

PRATI E PASCOLI

Dal rilievo effettuato risulta che si estendono su una superficie complessiva di kmq 9 circa.

Per la descrizione di queste aree si rimanda al capitolo relativo all'assetto vegetazionale.

In correlazione con l'utilizzo delle superfici a pascolo, si riportano i dati sulla consistenza del patrimonio zootecnico, distinti per comune, espressi in numero di capi per ettaro di SAU e l'incidenza percentuale della SAU a prato e pascolo sulla SAU totale per comune (dati del IV censimento generale dell'agricoltura 1990).

Comune	CAPI	CAPI	SAU totale	CAPI	CAPI
	<i>Bovini</i>	<i>ovini caprini</i>		<i>x ha SAU</i>	<i>x ha SAU</i>
Imperia *	0	65	1.317,63	0,000	0,05
Chiusanico	69	0	321,87	0,214	0,00
Chiusavecchia	70	2	191,65	0,365	0,01
Pontedassio	81	114	812,72	0,100	0,14
Caravonica	0	0	207,75	0,000	0,00
Lucinasco	0	11	408,34	0,000	0,03
Aurigo	32	0	351,98	0,091	0,00
Borgomaro	242	73	838,75	0,289	0,09
Cesio *	32	6	253,13	0,126	0,02
Totali	526	271	4.703,82	0,112	0,058

Nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

comune	SAU prati e pascoli (ha)	SAU totale (ha)	Incidenza %
Imperia *	51,69	1.317,63	3,92
Chiusanico	58,87	321,87	18,29
Chiusavecchia	43,55	191,65	22,72
Pontedassio	194,1	812,72	23,88
Caravonica	56,18	207,75	27,04
Lucinasco	127,15	408,34	31,14
Aurigo	187,77	351,98	53,35
Borgomaro	380,05	838,75	45,31
Cesio *	134,34	253,13	53,07
totali	1233,7	4.703,82	

Nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

ZONE AGRICOLE ETEROGENEE

In tale categoria sono state comprese le aree agricole di tipo non specializzato, caratterizzate dalla presenza di appezzamenti adibiti a coltivazioni diverse, anche in consociazione.

Nel comprensorio in esame, sono localizzate, in genere, nelle zone adiacenti ai centri abitati con sistemazione a terrazzamenti e risultano adibite alla coltivazione di piante orticole, frutticole, vigneto, in piccoli appezzamenti contigui o, spesso, in consociazione. Quasi sempre si tratta di aree soggette a fenomeni di sottoutilizzazione, con appezzamenti in fase di abbandono.

VIVAI, COLTURE ORTOFLORICOLE

Nell'ambito del bacino imperiese, viene constatata l'assai ridotta estensione delle colture ortofloricole specializzate da reddito, sia in condizioni di pien'aria che in coltura protetta.

Tra le coltivazioni in condizioni di pien'aria, rilevate alcune aree adibite a vivaio o alla coltivazione di piante ornamentale arbustive per la produzione di fronda recisa (viburno, pittosporo, eucalyptus sp, mimosa, etc.):

arbustive da fiore: in comune di Imperia loc. S. Maria Maggiore;

coltivazione di mimosa: in comune di Chiusavecchia;

vivaio olivicolo: in comune di Imperia loc. Torre del Belvedere.

Sono stati individuati anche sporadici insediamenti serricoli, aventi superficie unitaria sempre inferiore ad 1 ettaro:

coltivazione floricola sotto ombraio in comune di Pontedassio; .

coltivazioni floricole sotto serra in comune di Imperia, loc. Borgo d'Oneglia;

coltivazioni orticole sotto serra in comune di Imperia, loc. Costa d'Oneglia;

coltivazioni floricole sotto serra in località Sarola;

coltivazione floricole sotto serra in comune di Imperia, loc. Stra

Si riporta di seguito la S.A.U. a colture ortofloricole in serra al 1990, distinta per comune (dati del IV censimento generale dell'agricoltura 1990)

comune	SAU ort.flor.	SAU totale	Incidenza %
Imperia *	18,64	1.317,63	0,69%
Chiusanico	0,04	321,87	0,01%
Chiusavecchia	0,00	191,65	0,00%
Pontedassio	0,13	812,72	0,01%
Caravonica	0,10	207,75	0,05%
Lucinasco	0,00	408,34	0,00%
Aurigo	0,00	351,98	0,00%
Borgomaro	0,00	838,75	0,00%
Cesio *	0,00	253,13	0,00%
totali	18,91	4.703,82	0,40%

Nota: * dati riferiti all'intero territorio comunale.

EX COLTIVI

Si rimanda a quanto già indicato nel capitolo relativo all'assetto vegetazionale, a proposito delle aree agricole non utilizzate.

In cartografia, l'area occupata dagli ex coltivi coincide con quella definita al punto 14.2 della carta della vegetazione reale.

TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI

Si rimanda a quanto descritto nel capitolo sull'assetto vegetazionale

AREE PERCORSE DA INCENDIO

La mappatura delle aree percorse da incendio è stata fatta esclusivamente nei casi in cui risultavano ancora evidenti le conseguenze del passaggio del fuoco e non si era ancora ricostituita una copertura vegetale a protezione del terreno. Negli altri casi si è potuto constatare la rapida ricolonizzazione da parte di cenosi erbacee e arbustive in grado di garantire una sufficiente protezione del suolo.

Gli incendi riportati sulla Carta della Copertura ed Uso del Suolo corrispondono a quelli contrassegnati con asterisco nella tabella del capitolo relativo all'analisi statistica degli incendi boschivi.

ZONE UMIDE

Nel comprensorio oggetto di studio non si riscontrano zone umide naturali di estensione cartografabile. Si rilevano, tuttavia, formazioni puntiformi costituite essenzialmente da canna e dislocate soprattutto lungo l'asta del torrente Impero. Si rimanda a quanto descritto nel capitolo sull'assetto vegetazionale

CORPI IDRICI

Riguardo ai corsi d'acqua è stata cartografata soltanto l'asta del torrente Impero.

Sono stati indicati con specifica simbologia i bacini idrici esistenti nel comprensorio, anche se aventi superficie inferiore a quella minima cartografabile. Trattasi di invasi artificiali realizzati per il controllo degli incendi boschivi.

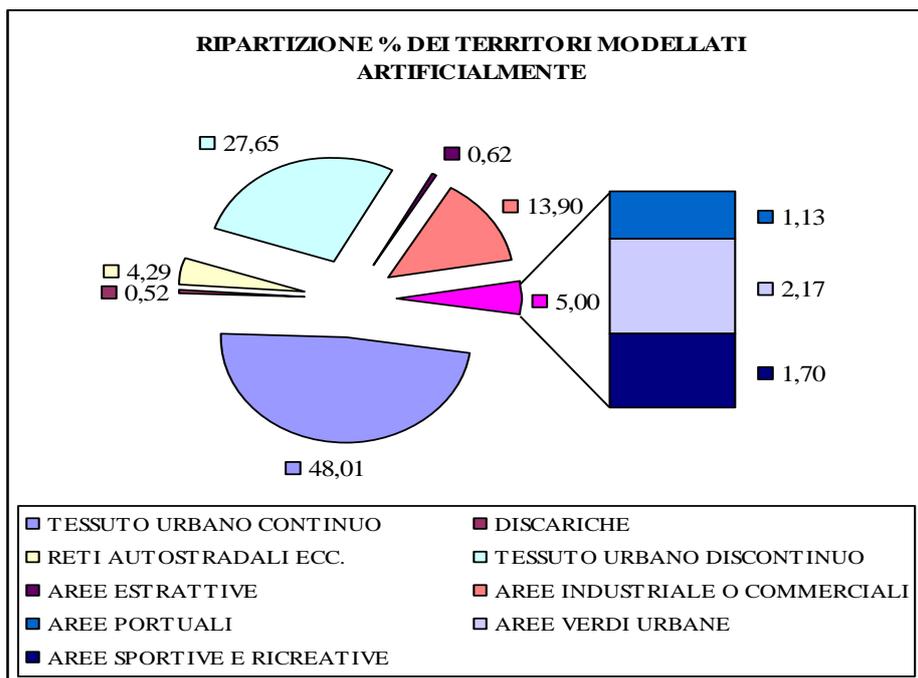
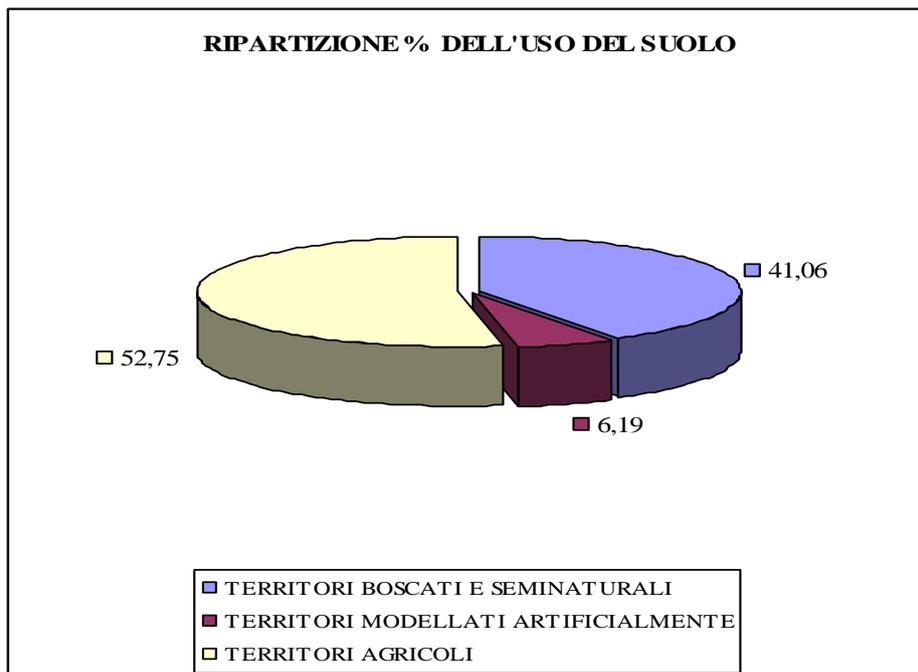
Sono stati individuati i seguenti bacini:

COMUNE	LOCALITA'	CAPACITA' (mc)
TORRIA	Madonna della Neve	4750
BORGOMARO	Ville San Pietro	5500
CARAVONICA	Ricchiorra	3000
CESIO	Fontana Soprana	1500
LUCINASCO	Chiesa di Santo Stefano	

2.6.3 Incidenza delle superfici

COPERTURA ED USO DEL SUOLO	Superficie kmq	Incidenza % sulla sup. totale
TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE		
Tessuto urbano continuo	2,853	2,97
Tessuto urbano discontinuo	1,643	1,71
Aree industriali o commerciali	0,826	0,86
Reti autostradali ecc.	0,255	0,27
Aree portuali	0,067	0,07
Aree estrattive	0,037	0,04
Discariche	0,031	0,03
Aree verdi urbane	0,129	0,13
Aree sportive e ricreative	0,101	0,11
Totale parziale	5,94	6,19
TERRITORI AGRICOLI		
Seminativi in pien'aria	0,004	0,00
Seminativi in serra	0,043	0,04
Oliveto	33,505	34,90
Vigneti	0,481	0,50
Prati e pascoli	9,139	9,52
Zone agricole eterogenee	2,832	2,95
Ex coltivi	4,635	4,83
Totale parziale	50,64	52,75
TERRITORI BOSCATI E SEMINATURALI		
Zone boscate	34,1	35,52
Zone con vegetazione arbustiva	3,604	3,75
Zone con vegetazione rada o assente	1,715	1,79
Totale parziale	39,42	41,06
TOTALE COMPLESSIVO	96,00	100

Dal rilievo delle superfici relative alle diverse categorie di uso del suolo viene riscontrata la ripartizione riportata nella seguente tabella:



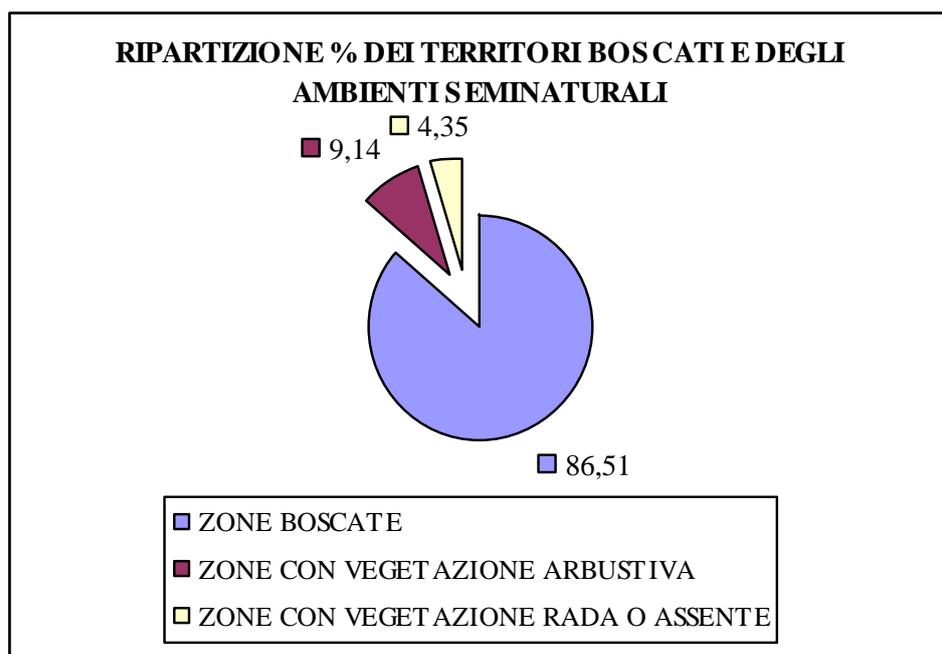
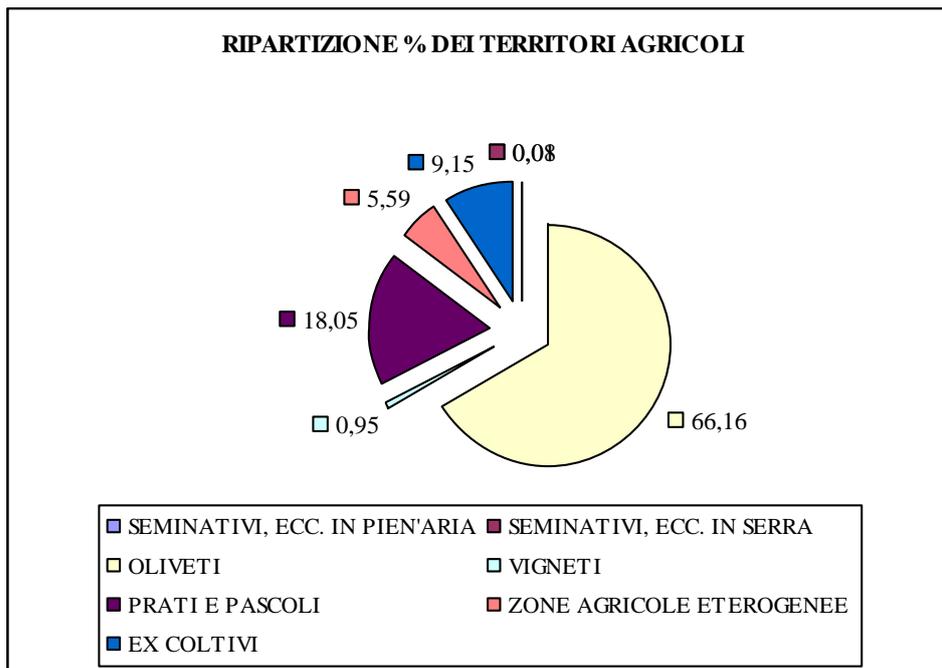


Grafico 2.4.3.3 c

Dalla lettura della tabella e dall'esame dei grafici è possibile dedurre quanto segue:

- nell'ambito del bacino i territori agricoli occupano oltre il 50% della superfici, le superfici boscate si estendono su oltre il 41 % e i territori modellati artificialmente rappresentano soltanto il 6% circa.

- nell'ambito dei territori modellati artificialmente il 48% circa è costituito dal tessuto urbano continuo, mentre la rimanente parte è occupata in prevalenza dal tessuto urbano di tipo discontinuo (27 % circa).
- nell'ambito dei territori agricoli il 66 % circa è costituito da oliveti utilizzati e sottoutilizzati, mentre la rimanente parte è occupata in prevalenza da prati pascoli (oltre il 18%) e dagli ex coltivi (oltre il 9%)
- nell'ambito dei territori boscati e degli ambienti seminaturali si riscontra una netta prevalenza delle zone boscate (oltre 86 %)

2.7 CARTA DEI CORSI D'ACQUA PUBBLICI

La base cartografica utilizzata per la redazione della carta dei corsi d'acqua pubblici è la Carta tecnica regionale nella scala 1:10.000 cartacea e in formato raster.

Sono state tracciate tutte le aste fluviali dalla foce alle origini, compresi affluenti e subaffluenti e tutta la rete idrologica minore.

Le aste fluviali di primo ordine che non hanno origine da sorgente e lunghezza inferiore ai 500 m. vengono escluse.

Per le aste fluviali di primo ordine che non hanno origine da sorgente e hanno lunghezza superiore ai 500 m. vengono esclusi i primi cinquecento metri.

Per le aste fluviali di primo ordine che sboccano direttamente a mare e lunghezza superiore ai 500 m. vengono esclusi i primi cinquecento metri.

2.8 IDROLOGIA DI PIENA

2.8.1 Aggiornamento e sistematizzazione dell'idrologia di piena

Le conoscenze in merito ai deflussi transitanti in una certa sezione di un corso d'acqua sono decisamente più limitate rispetto alle conoscenze sugli afflussi meteorici, pertanto il perfezionamento del meccanismo della trasformazione afflussi-deflussi permetterebbe un'integrazione delle informazioni sui deflussi. Le misure di deflusso assumono pregnante significato quando esiste un costante aggiornamento della scala delle portate e quando la lettura delle altezze idrometriche è svolta regolarmente. Tale operazione, tuttavia, risulta molto più onerosa rispetto alle misure di precipitazione, ed inoltre non permette l'uso dei dati, quando disgiunti dalle corrispondenti misure di precipitazione, su scala più ampia rispetto al punto di osservazione. Al contrario le misure pluviometriche possono essere utilizzate per elaborazioni che non riguardano solo il bacino in cui le misure sono effettuate, ma anche le aree limitrofe. Benché le misure di portata, o la loro stima in particolari condizioni, siano intrinsecamente proprie di un bacino, poiché dipendenti dalle caratteristiche geomorfiche, le stesse furono utilizzate dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, allora Sezione Autonoma del Genio Civile per il Servizio Idrografico, per la definizione di curve inviluppo, che consentono di determinare la portata di massima piena. In particolare venne fatto riferimento agli eventi estremi storicamente osservati per i quali fu possibile procedere a stime dirette o indirette delle portate.

Al fine di aggiornare l'idrologia di piena si è elaborato un modello afflussi –deflussi i cui dati di input sono rappresentati dai valori di precipitazione registrati nelle stazioni ricadenti nel bacino in esame. Il fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi può essere schematizzato con maggiore o minore accuratezza in funzione dell'esigenza di precisione dei risultati e della disponibilità dei dati, ma, in ogni caso, sempre attraverso un insieme di relazioni matematiche, in quanto, generalmente, l'applicazione di modelli fisici in questo campo è piuttosto rara.

Nel calcolo degli afflussi, condotto attraverso semplici relazioni matematiche, le quantità d'acqua messe in relazione tra loro si riferiscono ad un intervallo di tempo oppure ad un evento meteorico, non descrivendo quindi la dinamica del fenomeno in funzione della variabile tempo che è infatti assunta come una costante. Il modello matematico si distingue dalla relazione matematica poiché il tempo rappresenta un'importante variabile che permette la descrizione del fenomeno nella sua evoluzione. Al fine di realizzare un'analisi del fenomeno completa ed esaustiva, si è ritenuto opportuno elaborare un modello afflussi - deflussi in grado di fornire idrogrammi di piena in corrispondenza dei diversi periodi di ritorno. Tuttavia per completezza sono stati calcolati i valori di portata massima anche con il più semplice metodo razionale e con il metodo della regionalizzazione.

2.8.2 La curva inviluppo

La prima curva inviluppo della regione Liguria, ad opera dell'Ing. Piccoli, risale al 1939; il primo aggiornamento, effettuato dall'Ing. Mazzetti, risale al 1953 e il secondo, conseguente alla piena dell'ottobre 1970 verificatasi nel genovese, è dovuto all'Ing. L. Cati.

Il fenomeno meteorico verificatosi nell'ottobre 1970 colpì in maniera rilevante la provincia di Genova ed in base ai valori registrati venne effettuata la correzione della curva. Attualmente in Liguria è ufficialmente accettato il calcolo della portata di massima piena svolto in base ai dati desumibili dalla Curva Inviluppo, ovvero: lettura sulla curva del contributo unitario q [$\text{m}^3/(\text{s km}^2)$] corrispondente alla superficie S (km^2) drenata nella sezione di interesse, quindi moltiplicazione di tale valore per la superficie stessa, il valore ottenuto rappresenta la portata di massima piena. Convenzionalmente si è stabilito che il valore di portata così determinato sia corrispondente ad un periodo di ritorno duecentocinquennale, benché, come già precisato, la curva sia priva di basi a carattere statistico.

La curva, valida per tutto il territorio regionale, fornisce lo stesso valore di portata di massima piena per due bacini di uguali dimensioni ma dislocati l'uno a levante e l'altro a ponente, in contrasto con le osservazioni pluviometriche che differiscono in maniera evidente tra i due estremi della regione. A causa della eterogeneità della regione sia dal punto di vista idrologico che climatologico, non è possibile trarre dalla curva inviluppo informazioni riguardo al periodo di ritorno T da assegnare al contributo unitario $q(S)$ ed è lecito considerare T variabile, per S fissato, nell'ambito della regione.

In ordine a ciò si è provveduto ad elaborare un modello afflussi-deflussi avente come dati di input gli afflussi meteorici registrati dalle stazioni di misura dislocate sul territorio del bacino.

Nel caso in esame si osserva che il valore di portata di massima piena calcolato con la curva inviluppo e fornito dalla Provincia di Imperia è pari a $Q=1255 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nel presente studio il valore è stato ricalcolato con la seguente formula:

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

dove:

q = contributo unitario per unità di superficie [$\text{m}^3/(\text{s km}^2)$]

S = superficie del bacino [km^2]

Si è ottenuto:

$$Q=1180 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tuttavia si è fatto riferimento al valore calcolato dall'Ente in modo tale da porsi a favore di sicurezza.

2.8.3 Metodi di calcolo

Il calcolo della portata di massima piena è stato eseguito con tre diversi metodi per quel che riguarda il tratto terminale dell'asta del torrente Impero, mentre si è utilizzato un unico metodo al fine della determinazione del valore di massima piena nelle diverse sezioni degli affluenti.

Metodi utilizzati per il calcolo del valore di portata di massima piena in corrispondenza del tratto terminale dell'asta del torrente Impero.

- Metodo n° 1: determinazione della portata di massima piena attraverso l'elaborazione di un modello afflussi deflussi.
- Metodo n° 2: determinazione della portata di massima piena attraverso i parametri forniti dalla regionalizzazione delle piogge (ricerca in via di ultimazione).
- Metodo n° 3: determinazione della portata di massima piena attraverso il metodo razionale.

Metodo utilizzato per il calcolo del valore di portata di massima piena nelle diverse sezioni degli affluenti:

- Metodo n° 3: determinazione della portata di massima piena attraverso il metodo razionale.

Il metodo n° 1 e il metodo n° 3 hanno una base comune, ovvero:

- *Definizione delle stazioni pluviometriche di interesse*
- *Raccolta dei dati pluviometrici*
- *Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica*
- *La curva di possibilità pluviometrica di Imperia*
- *La curva di possibilità pluviometrica di Bestagno*
- *La curva di possibilità pluviometrica di Colle San Bartolomeo*
- *Stima del tempo di corrivazione*

2.8.4 Stazioni pluviometriche

Le stazioni di misura a cui si è fatto riferimento sono: Imperia, Bestagno, Colle San Bartolomeo (vedi §3.3.2.2).

Al fine di ottenere un'interpolazione spaziale dei dati di precipitazione, si è applicato il metodo dei poligoni di Thiessen, che ha permesso di attribuire ad ogni stazione pluviometrica un'area di competenza. Ad ogni stazione è stato quindi associato un peso, ottenuto come rapporto tra la porzione di territorio afferente alla stazione stessa e la superficie totale del bacino.

I pesi ottenuti in relazione alla chiusura alla foce del torrente Impero sono i seguenti:

- | | |
|------------|-------|
| ➤ IMPERIA | 8.33% |
| ➤ BESTAGNO | 37.5% |

➤ COLLE SAN BARTOLOMEO 54.17%

Per le sezioni appartenenti a bacini interamente compresi nell'area di influenza di una sola stazione pluviometrica, sono stati utilizzati i valori di pioggia relativi alla stazione di riferimento.

2.8.5 I dati pluviometrici

I dati utilizzati, che coprono un intervallo temporale sufficiente per le elaborazioni statistiche necessarie, sono costituiti dai valori delle altezze massime annuali di precipitazione di durata 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore.

La serie di dati della stazione di Imperia, costituita da 50 valori per ogni durata di precipitazione, copre un intervallo temporale di 57 anni, infatti le prime registrazioni risalgono al 1935 e le ultime di cui si dispone al 1992.

Ann o	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h	Anno	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h
1935	21,00	32,60	45,20	61,60	62,00	1965	18,40	35,20	49,00	93,20	104,00
1936	26,40	27,40	45,60	58,20	74,20	1966	21,40	29,20	43,40	53,20	65,40
1937	41,40	92,80	102,20	103,40	103,40	1967	20,40	29,00	41,80	65,60	71,60
1938	16,00	25,80	33,60	36,40	52,20	1968	33,00	39,60	60,20	86,20	114,60
1939	27,00	53,80	54,20	60,40	69,20	1969	16,00	22,00	32,40	39,00	67,40
1941	40,00	61,00	67,00	67,40	81,00	1970	20,00	23,40	38,40	68,40	79,20
1942	39,40	73,80	84,00	103,20	124,00	1971	24,40	37,40	54,60	54,60	57,40
1943	20,40	31,00	35,00	49,00	63,00	1972	20,80	28,60	54,00	65,60	79,20
1945	35,20	67,20	74,00	84,00	99,00	1973	22,00	32,00	51,00	75,00	86,20
1946	22,00	29,80	32,40	57,60	64,00	1974	23,20	29,20	33,40	45,40	77,00
1949	25,80	26,60	36,40	53,20	78,80	1975	32,00	64,00	103,00	125,40	141,20
1950	29,60	50,20	61,60	74,00	82,60	1976	23,80	32,40	49,20	49,20	49,20
1951	23,60	46,40	68,60	91,60	122,60	1977	12,80	30,00	40,00	60,00	78,40
1952	44,00	50,60	51,60	75,60	131,60	1980	17,60	27,00	31,60	46,00	46,60
1954	29,00	42,60	55,00	55,60	74,20	1981	44,40	89,80	90,60	91,80	91,80
1955	14,60	25,20	34,20	39,00	52,40	1982	21,20	37,80	41,00	41,00	45,80
1956	30,20	33,40	37,20	38,40	40,20	1983	15,40	32,00	42,60	68,80	86,20
1957	42,40	53,20	86,20	111,20	150,20	1984	26,60	48,00	57,80	63,80	70,80
1958	31,20	39,20	48,00	51,40	87,00	1985	17,40	25,80	40,20	62,00	79,20

1959	17,00	32,80	62,40	109,00	131,80
1960	18,80	23,00	43,00	48,40	68,20
1961	15,60	15,60	25,40	45,00	65,80
1962	10,60	14,40	25,40	36,40	40,40
1963	12,20	22,80	40,40	65,40	71,20
1964	33,00	69,20	72,00	72,00	72,00

1986	19,00	33,60	47,00	48,20	48,20
1987	30,80	35,60	36,00	44,00	65,00
1988	34,00	56,80	66,60	72,20	72,20
1989	49,60	64,80	64,80	64,80	64,80
1991	37,00	45,00	54,40	76,00	103,00
1992	30,00	56,60	57,40	57,40	58,20

La serie di dati della stazione di Bestagno è costituita da 42 valori per ogni durata.
L'inizio delle misure risale al 1934, gli ultimi dati disponibili risalgono al 1992.

Anno	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h
1934	57,80	63,00	76,00	85,80	86,40
1935	22,00	35,60	63,00	102,00	135,20
1936	34,60	68,60	89,80	102,60	134,80
1937	35,40	57,80	63,20	69,60	75,60
1938	16,60	23,20	28,60	38,80	63,60
1939	24,60	34,00	56,60	90,00	112,80
1940	30,20	33,60	45,20	58,40	67,40
1949	24,80	44,80	57,00	102,00	175,00
1951	40,40	59,00	109,40	138,40	192,00
1953	25,80	33,00	35,00	38,20	44,00
1954	25,40	52,00	71,00	98,40	145,80
1955	22,00	27,00	42,80	45,80	81,40
1956	24,20	28,00	38,00	56,00	67,20
1957	22,40	53,00	83,00	122,60	165,00
1958	28,40	28,60	35,20	52,00	98,40
1959	21,60	34,00	56,40	88,00	109,60
1960	22,40	30,60	42,40	47,40	67,20
1961	26,00	55,00	77,60	84,60	92,80
1963	23,00	40,60	55,20	55,20	63,40
1965	28,00	31,40	41,40	69,40	105,00
1966	57,00	88,60	175,00	177,00	178,80

Anno	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h
1967	24,00	36,80	53,00	83,80	90,80
1968	32,40	35,60	64,80	82,40	113,20
1969	28,80	43,60	44,20	53,80	83,00
1971	16,00	37,00	49,40	54,40	54,40
1972	25,20	25,80	32,60	44,40	61,80
1973	22,00	37,00	59,80	86,40	96,80
1974	18,40	26,20	26,40	31,80	49,60
1976	20,00	20,00	30,00	47,60	51,20
1977	14,00	30,80	38,60	44,80	85,60
1978	14,20	29,40	38,00	56,40	59,00
1979	16,60	27,60	35,00	55,80	97,20
1980	16,80	33,80	57,20	64,00	64,00
1981	52,20	111,4	158,60	180,80	180,80
1982	31,40	45,20	45,20	45,20	45,20
1983	18,80	20,00	34,00	48,20	70,80
1984	26,40	40,20	70,40	73,80	73,80
1985	35,00	50,00	75,40	113,40	126,20
1987	15,40	29,80	53,80	75,00	93,80
1988	12,40	21,60	33,20	60,00	66,00
1991	20,60	39,00	50,40	68,40	92,00
1992	27,00	40,80	41,80	56,00	62,00

La serie di dati della stazione di Colle San Bartolomeo è piuttosto breve: 21 dati (per ogni durata), tuttavia si è ritenuto opportuno considerarla in quanto descrive le precipitazioni nella parte montana del bacino.

Anno	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h
1954	55,00	95,40	124,00	133,80	174,20
1955	14,00	39,40	57,60	90,40	144,60
1956	26,40	27,40	34,40	51,80	74,00
1957	32,20	48,40	64,00	101,60	163,00
1958	16,00	20,00	37,40	80,00	136,00
1959	59,60	72,20	79,00	135,60	172,60
1960	32,00	45,00	56,00	59,60	74,00
1961	55,00	74,40	76,00	81,00	115,80
1962	17,00	19,00	30,00	48,40	70,20
1964	15,60	28,00	47,00	77,00	126,00
1965	34,00	58,40	91,00	137,00	186,40

Anno	D=1 h	D=3 h	D=6 h	D=12 h	D=24 h
1966	22,00	45,00	77,00	79,80	80,00
1968	30,40	39,60	46,80	78,20	104,20
1969	38,00	40,00	54,20	85,00	109,00
1970	42,00	47,40	47,40	65,00	112,40
1972	33,80	46,00	55,00	75,60	125,00
1973	30,00	79,00	107,00	197,00	306,20
1974	21,80	35,00	37,00	55,00	84,00
1975	24,00	68,00	109,00	158,00	175,40
1976	20,50	30,20	50,10	80,00	92,00
1977	29,20	32,80	53,80	100,00	153,20

2.8.6 Le curve di possibilità pluviometrica

A partire dai dati riportati nel paragrafo precedente è possibile tracciare le curve di possibilità pluviometrica che forniscono le altezze massime annue di pioggia in funzione della durata delle precipitazioni e del periodo di ritorno fissato.

Le curve hanno equazione del tipo:

$$h = a d^n$$

dove:

h = altezza massima

d = durata delle precipitazioni

a = coefficiente

n = coefficiente

I coefficienti a ed n vengono ricavati associando una particolare distribuzione alla serie di dati disponibili, così da ricavare le diverse curve di probabilità climatica in funzione del periodo di ritorno.

Nel caso in esame è stata associata ai dati una distribuzione di tipo Gumbel adatta alla descrizione di valori di massimo.

La funzione di probabilità cumulata dell'altezza di pioggia è definita dalla relazione:

$$F_H(h) = e^{-e^{-\frac{h-u}{k}}}$$

dove:

u= parametro della distribuzione

k= parametro della distribuzione

Media e varianza della variabile aleatoria H sono legate ai parametri della distribuzione attraverso relazioni lineari.

Indicando con T il periodo di ritorno di un evento di pioggia la probabilità che tale evento sia superato in media ogni T anni è espressa dalla seguente relazione:

$$F_H(h) = \frac{(T-1)}{T}$$

Uguagliando le due relazioni della distribuzione di probabilità e applicando l'operatore logaritmo si ottiene l'altezza di pioggia in funzione dei parametri della distribuzione, nonché del periodo di ritorno. I coefficienti a ed n della curva di possibilità climatica risultano definiti come segue:

$$a = c \cdot \left\{ 1 - \frac{k}{u} \cdot \ln \left[\ln \left[\frac{T}{(T-1)} \right] \right] \right\}$$

dove:

T = periodo di ritorno

$$K/u = 0.78 \times V / (1 - 0.45 \times V)$$

V = coefficiente di variazione della distribuzione

Il coefficiente di variazione V si assume costante, pari al valore medio fra i coefficienti delle serie disponibili, così da non avere intersezioni tra la CDF relative alle diverse durate, in quanto non è accettabile che vi siano altezze massime relative a durate date, superate da altezze relative a durate inferiori per lo stesso periodo di ritorno.

L'esponente n ed il coefficiente a sono determinati a seguito della regressione lineare ai minimi quadrati applicata ai dati, espressi in forma logaritmica, della media riscalata e della durata delle precipitazioni.

Si rileva che la regressione fornisce direttamente il valore di n , in quanto rappresentante il coefficiente angolare della retta, mentre al valore di c , ovvero intercetta della retta, deve essere applicata la funzione esponenziale.

2.8.6.1 La curva di possibilità pluviometrica di Imperia

Le equazioni che descrivono le curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza dei due periodi di ritorno considerati sono le seguenti:

- T = 50 anni $h=52.10024 d^{0.352578}$
- T = 100 anni $h=57.40951 d^{0.352578}$
- T = 150 anni $h=60.50547 d^{0.352578}$
- T = 200 anni $h=62.6994 d^{0.352578}$
- T = 250 anni $h=64.40002 d^{0.352578}$
- T = 500 anni $h=69.6784 d^{0.352578}$

d	HT=50anni i	hT=100anni	HT=150anni i	hT=200anni	hT=250anni	hT=500anni
0	0	0	0	0	0	0
1	52.00	57.41	60.50	62.69	64.40	69.68
3	76.74	84.57	89.13	92.36	94.87	102.64
6	97.99	107.98	113.80	117.93	121.13	131.05
12	125.12	137.87	145.31	150.58	154.66	167.34
24	159.76	176.04	185.53	192.26	197.48	213.66

Tabella 2.6.6.6 a: curva di possibilità climatica di Imperia

Nella pagina seguente è riportato il grafico che mostra l'andamento delle curve con i diversi periodi di ritorno.

2.8.6.2 La curva di possibilità pluviometrica di Bestagno

Le equazioni che descrivono le curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza dei due periodi di ritorno considerati sono le seguenti:

- T = 50 anni $h=57.17693 d^{0.412079}$
- T = 100 anni $h=63.63528 d^{0.412079}$
- T = 150 anni $h=67.4013 d^{0.412079}$
- T = 200 anni $h=70.07007 d^{0.412079}$
- T = 250 anni $h=72.13876 d^{0.412079}$
- T = 500 anni $h=78.55955 d^{0.412079}$

d	HT=50anni	hT=100anni	hT=150anni	hT=200anni	hT=250anni	hT=500anni
0	0	0	0	0	0	0
1	57.18	63.63	67.40	70.07	72.14	78.56
3	89.91	100.07	105.99	110.19	113.44	123.54

6	119.64	133.15	141.03	146.62	150.95	164.38
12	159.19	177.18	187.66	195.09	200.85	218.73
24	211.82	235.75	249.70	259.59	267.25	291.04

Tabella 2.6.6.7 a: curva di possibilità climatica di Bestagno

Nella pagina seguente è riportato il grafico che mostra l'andamento delle curve con i diversi periodi di ritorno.

2.8.6.3 La curva di possibilità pluviometrica di Colle San Bartolomeo

Le equazioni che descrivono le curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza dei due periodi di ritorno considerati sono le seguenti:

- T = 50 anni $h=61.41747 d^{0.461083}$
- T = 100 anni $h=68.12537 d^{0.461083}$
- T = 150 anni $h=72.03691 d^{0.461083}$
- T = 200 anni $h=74.8088. d^{0.461083}$
- T = 250 anni $h=76.95742 d^{0.461083}$
- T = 500 anni $h=83.6263 d^{0.461083}$

d	HT=50ann	hT=100anni	hT=150anni	hT=200anni	hT=250anni	hT=500anni
0	0	0	0	0	0	0
1	61.42	68.13	72.04	74.81	76.96	83.63
3	101.93	113.06	119.55	124.15	127.72	138.78
6	140.31	155.63	164.57	170.90	175.81	191.05
12	193.14	214.24	226.54	235.26	242.01	162.99
24	265.88	294.92	311.85	323.85	333.15	362.02

Tabella: curva di possibilità climatica di Colle San Bartolomeo

Nella pagina seguente è riportato il grafico che mostra l'andamento delle curve con i diversi periodi di ritorno.

2.8.7 Stima del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione rappresenta il tempo impiegato da una particella d'acqua a raggiungere il recapito finale, a partire dal punto più lontano dalla sezione stessa.

Il calcolo di tale parametro è stato ottenuto come media tra i tempi calcolati secondo due diverse formule, ovvero la formula proposta da Giandotti e la formula proposta da Kirpich. Tuttavia nel caso di sottobacini di dimensioni ridotte si è assunto valido il tempo di corrivazione determinato con la formula di Giandotti, in modo tale da tenere conto del tempo di permanenza sui versanti.

$$\text{GIANDOTTI: } t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

$$\text{KIRPICH: } t_c = 0.066 \cdot L^{0.77} \cdot \left[1000 \cdot \frac{L}{(H_{\max} - H_0)} \right]^{0.385}$$

L	=	lunghezza dell'asta principale	(km)
H _{max}	=	quota massima del bacino	(m)
H _m	=	quota media del bacino	(m)
H ₀	=	quota alla sezione di chiusura	(m)
A	=	superficie drenata alla sezione di chiusura	(km ²)

Il valore del tempo di corrivazione, ottenuto come media tra i due diversi valori alla sezione di chiusura del bacino - foce del torrente, è pari a 2.9 ore.

2.8.8 Metodologia n° 1 seguita per il calcolo della portata di massima piena

La metodologia consiste nell'analisi delle precipitazioni registrate dai pluviometri ubicati nel bacino, in modo tale da giungere alla costruzione di eventi meteorici che non siano solo realistici in relazione alla meteorologia dell'ambiente in studio, ma che siano anche fenomeni critici, ovvero precipitazioni la cui distribuzione temporale risulti sfavorevole. E' infatti accertato come la distribuzione temporale di un evento meteorico influenzi l'idrogramma di piena.

I risultati dell'analisi pluviometrica sono inseriti in un modello afflussi deflussi che fornisce l'idrogramma di piena.

Al fine di raggiungere lo scopo prefissato si è applicata una procedura distinta in due fasi. La prima fase è consistita nell'analisi delle precipitazioni illustrata nelle pagine precedenti.

Nell'ambito della seconda fase si è applicato un modello afflussi deflussi, capace di fornire l'idrogramma di piena avendo come input gli ietogrammi definiti nella fase precedente.

Lo schema metodologico risulta essere:

- determinazione degli ietogrammi di progetto
- costruzione dell'idrogramma unitario istantaneo
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso l'integrale di convoluzione secondo il modello di Nash.

2.8.8.1 Gli ietogrammi di progetto

Le curve di possibilità climatica, come precedentemente esposto, forniscono le altezze massime di precipitazione al variare della durata, e conseguentemente da esse si ricavano gli ietogrammi di progetto, ovvero l'andamento dell'intensità di pioggia al variare del tempo. Benchè le curve di possibilità climatica siano riferite ad altezze di pioggia con durata minima un'ora ai fini della determinazione degli ietogrammi si è ritenuta lecita l'estrapolazione di intensità di pioggia con durata inferiore all'ora. La costruzione degli ietogrammi di progetto ha comportato una fase propedeutica in cui sono stati costruiti gli ietogrammi di ogni singola stazione secondo il presente procedimento:

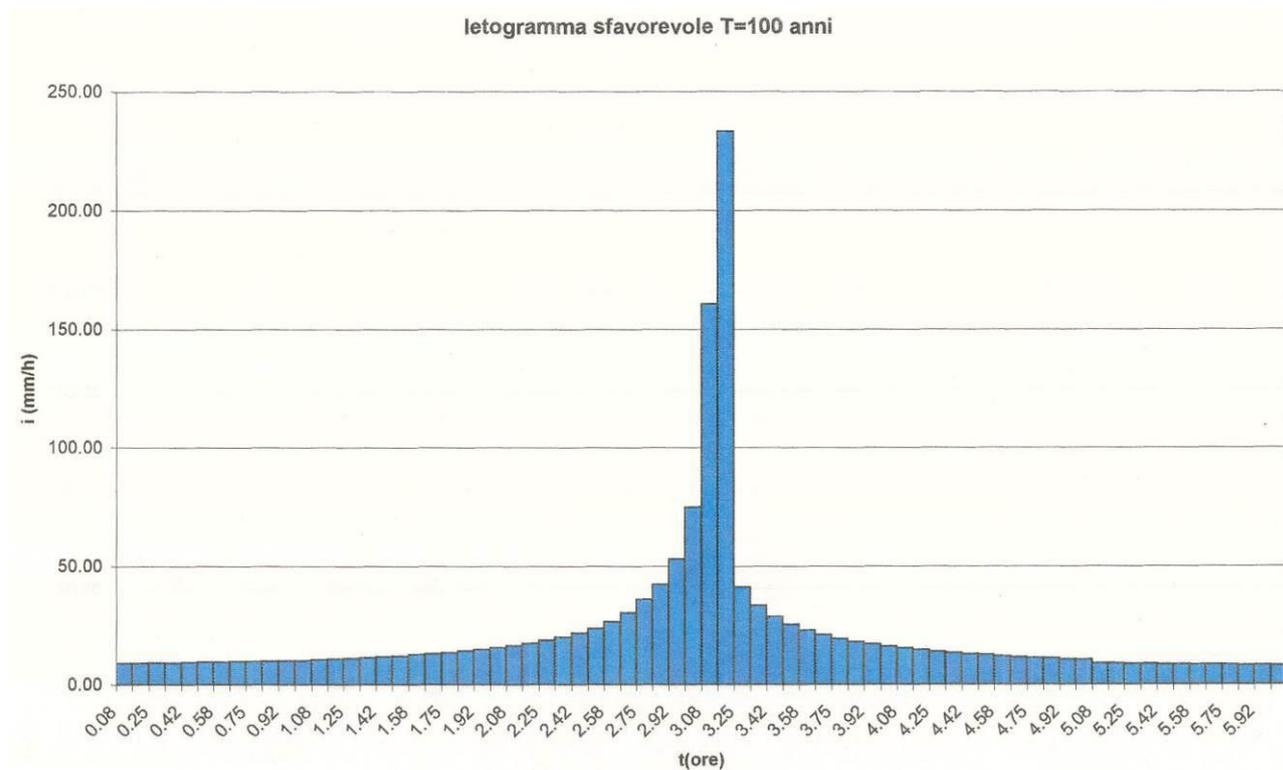
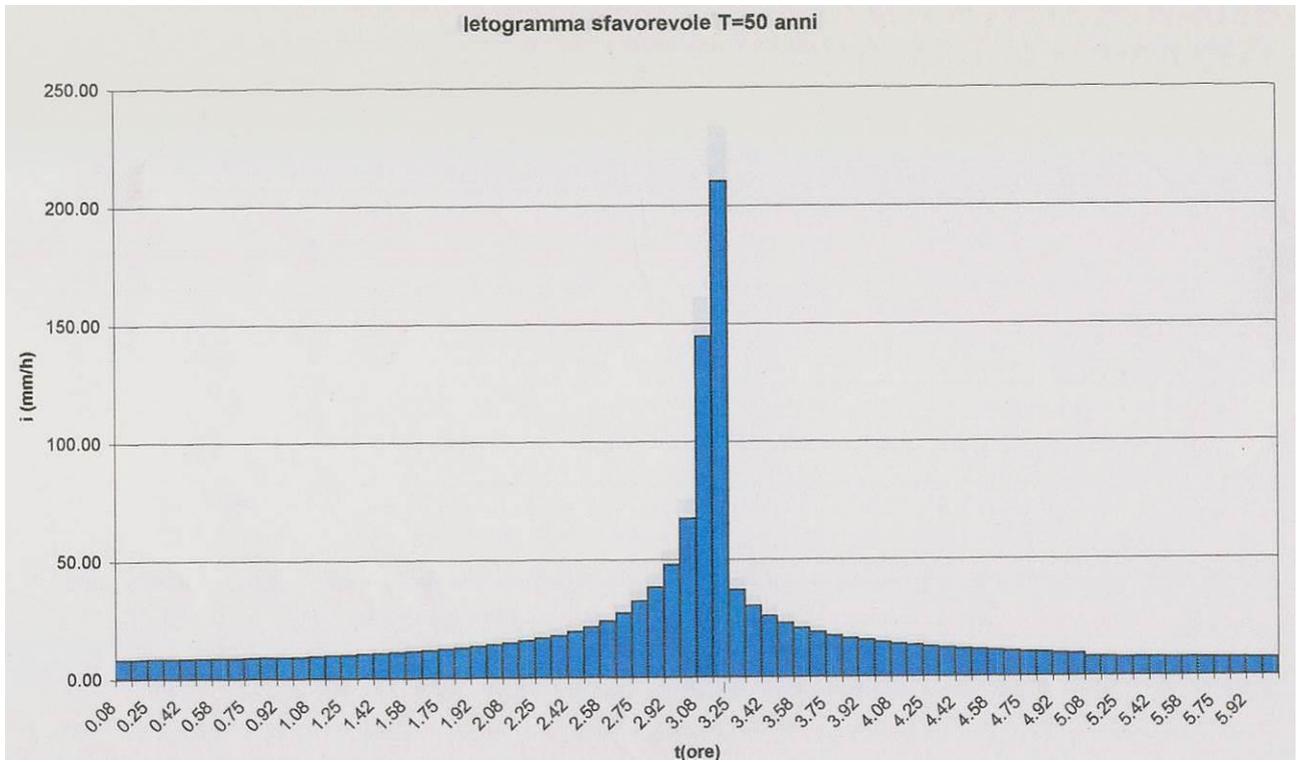
- discretizzazione delle curve di possibilità pluviometrica in intervalli di 5 minuti;
- calcolo dell'altezza di pioggia relativa ad ogni intervallo di tempo;
- calcolo dell'intensità di pioggia come rapporto tra l'altezza di pioggia e il tempo;
- costruzione di ietogrammi di tipo Chicago che prevedono un andamento crescente dell'intensità di pioggia sino ad un massimo in corrispondenza di una durata pari a circa la metà della durata complessiva della precipitazione ed un successivo andamento decrescente.

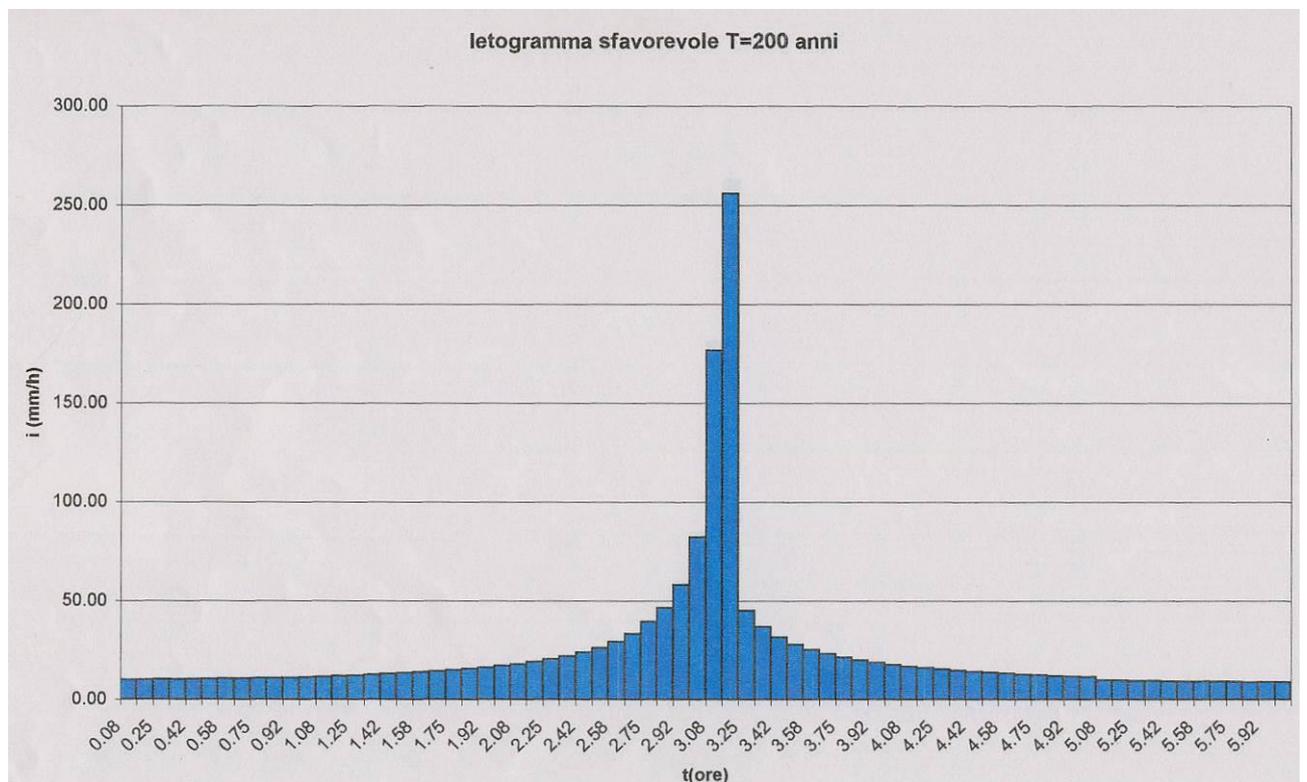
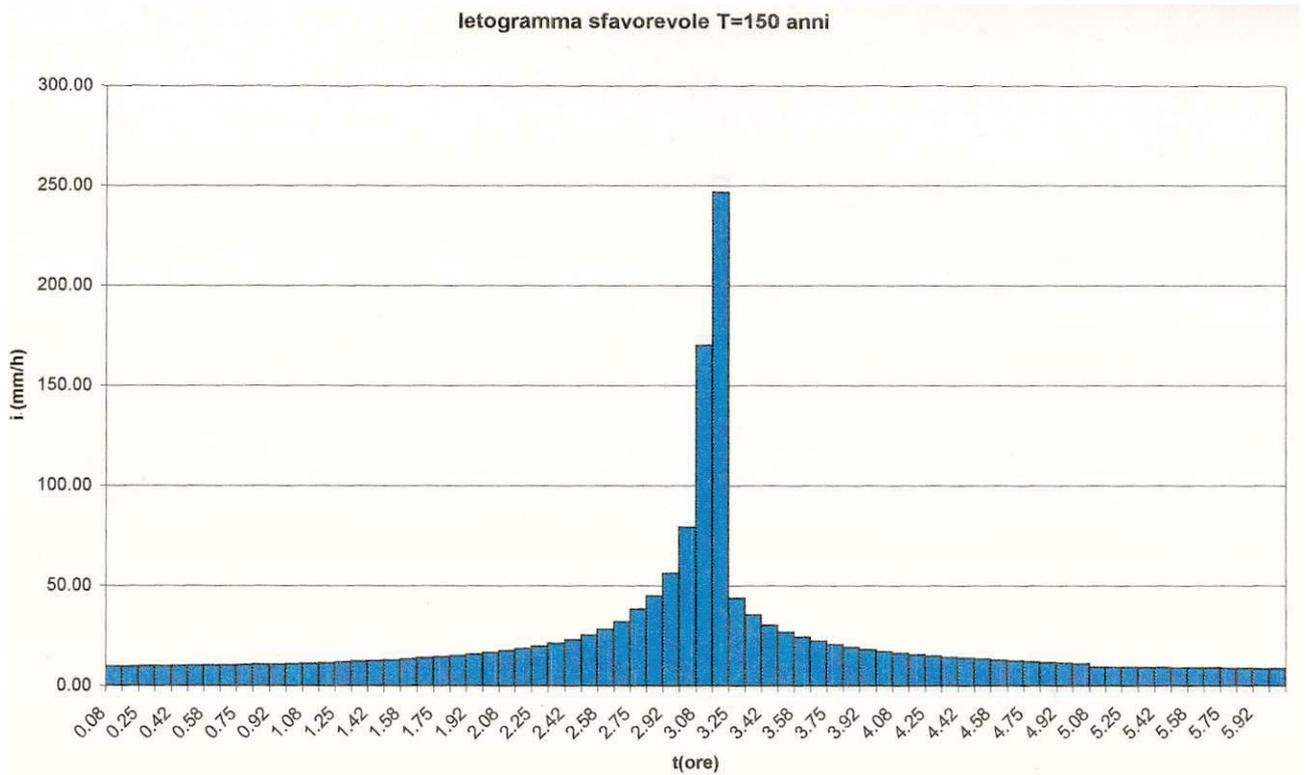
Tali ietogrammi sono caratterizzati dalla proprietà di mantenere per ogni durata anche parziale, misurata rispetto al picco, l'intensità media di precipitazione congruente con quella definita dalle curve di possibilità climatica. La durata complessiva della precipitazione è assunta pari a circa 2 volte il tempo di corrvazione, considerando quindi un fenomeno pluviometrico di durata pari a 6 ore, il cui picco di massima intensità si verifica dopo circa 3 ore dall'inizio della precipitazione. In corrispondenza di ogni stazione è stato costruito uno ietogramma per ogni periodo di ritorno considerato.

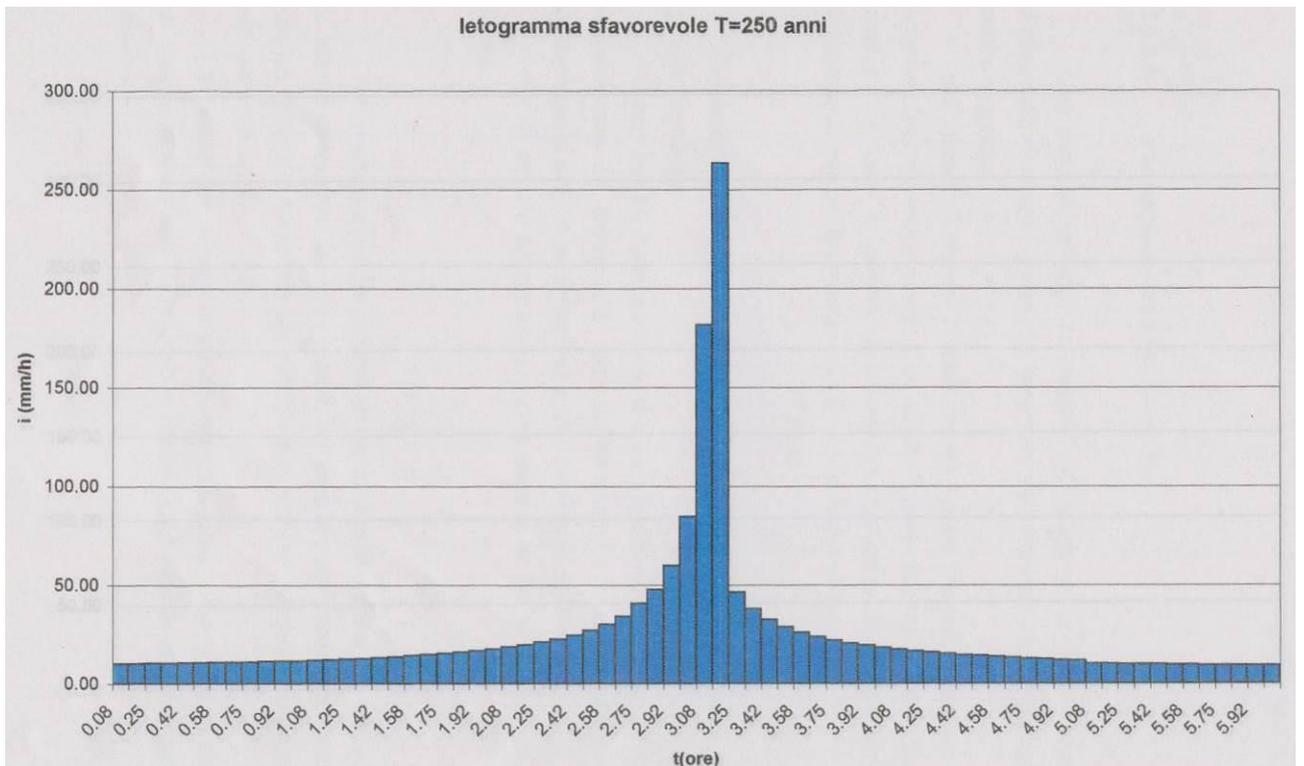
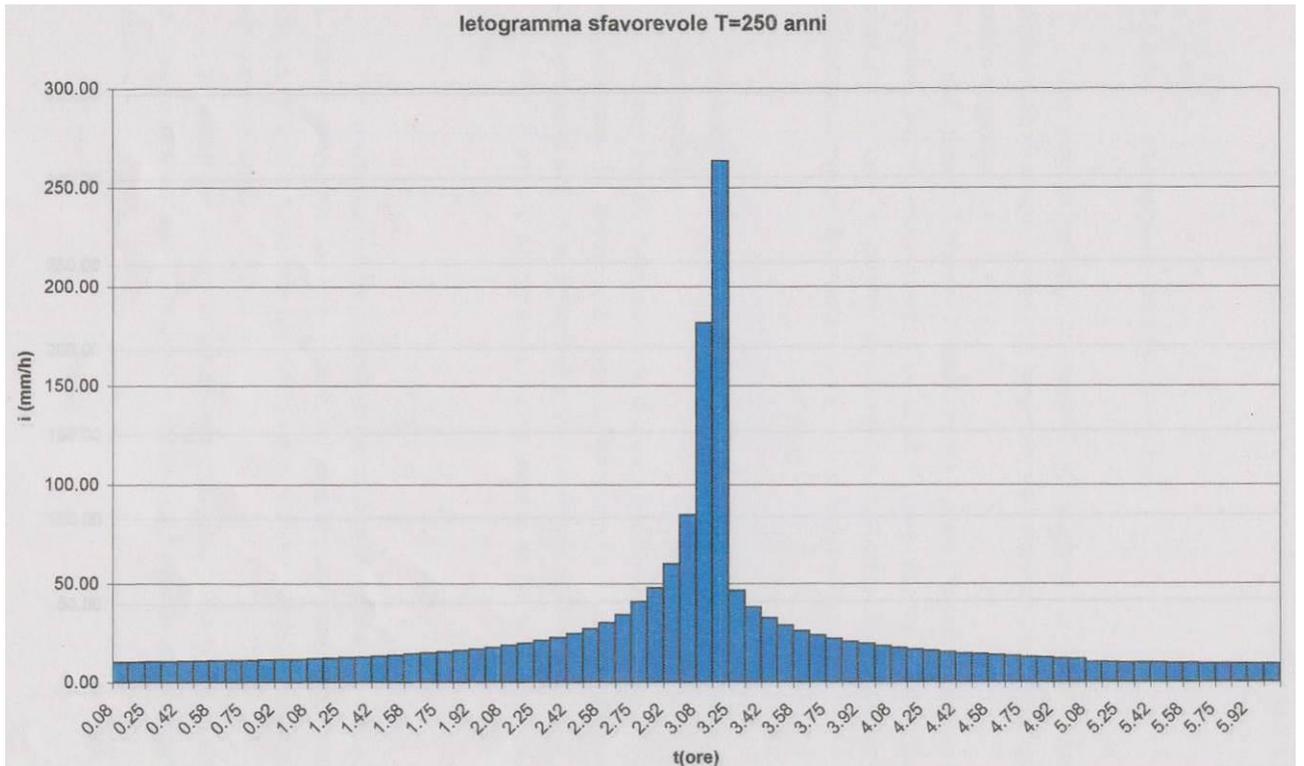
Ottenuti gli ietogrammi con l'andamento descritto, che è il più sfavorevole con il modello utilizzato, si è realizzata la seconda fase al fine della costruzione degli ietogrammi di progetto secondo il presente procedimento:

- combinazione lineare degli ietogrammi di ogni stazione, per ogni periodo di ritorno, in base ai pesi delle tre stazioni. In tal modo ad ogni periodo di ritorno è associato un unico ietogramma capace di condensare in sé le informazioni pluviometriche di tutto il bacino.

Gli ietogrammi calcolati sono stati considerati coincidenti con la pioggia efficace, e pertanto si è considerato un coefficiente di infiltrazione pari ad 1.







2.8.8.2 L'idrogramma unitario istantaneo

L'idrogramma unitario rappresenta la funzione di trasferimento dall'intensità di pioggia, ovvero lo ietogramma di progetto, alla risposta del bacino idrografico.

Si è utilizzato il modello di Nash, tramite il quale il bacino idrografico è schematizzato da una cascata di n serbatoi uguali disposti in serie, per ciascuno dei quali si assume che il volume invasato V sia direttamente proporzionale alla portata scaricata Q secondo la relazione lineare:

$$V = K \times Q$$

essendo K un tempo caratteristico legato alle modalità di vuotamento del generico serbatoio.

L'idrogramma unitario istantaneo di questo modello si ottiene applicando ricorsivamente la regola che fornisce l'idrogramma unitario istantaneo corrispondente all'insieme di n modelli posti l'uno in serie all'altro.

Per un afflusso istantaneo la portata uscente da un serbatoio lineare risulta:

$$u(t) = \frac{1}{k} \cdot e^{-\frac{t}{k}}$$

L'idrogramma unitario istantaneo corrispondente all'insieme di n serbatoi si ottiene eseguendo la convoluzione dell'idrogramma unitario istantaneo relativo ai primi $n-1$ serbatoi con l'idrogramma unitario istantaneo associato all' n -esimo serbatoio.

In conclusione quindi l'idrogramma unitario istantaneo corrispondente ad un insieme di n serbatoi uguali posti in cascata l'uno rispetto all'altro risulta essere:

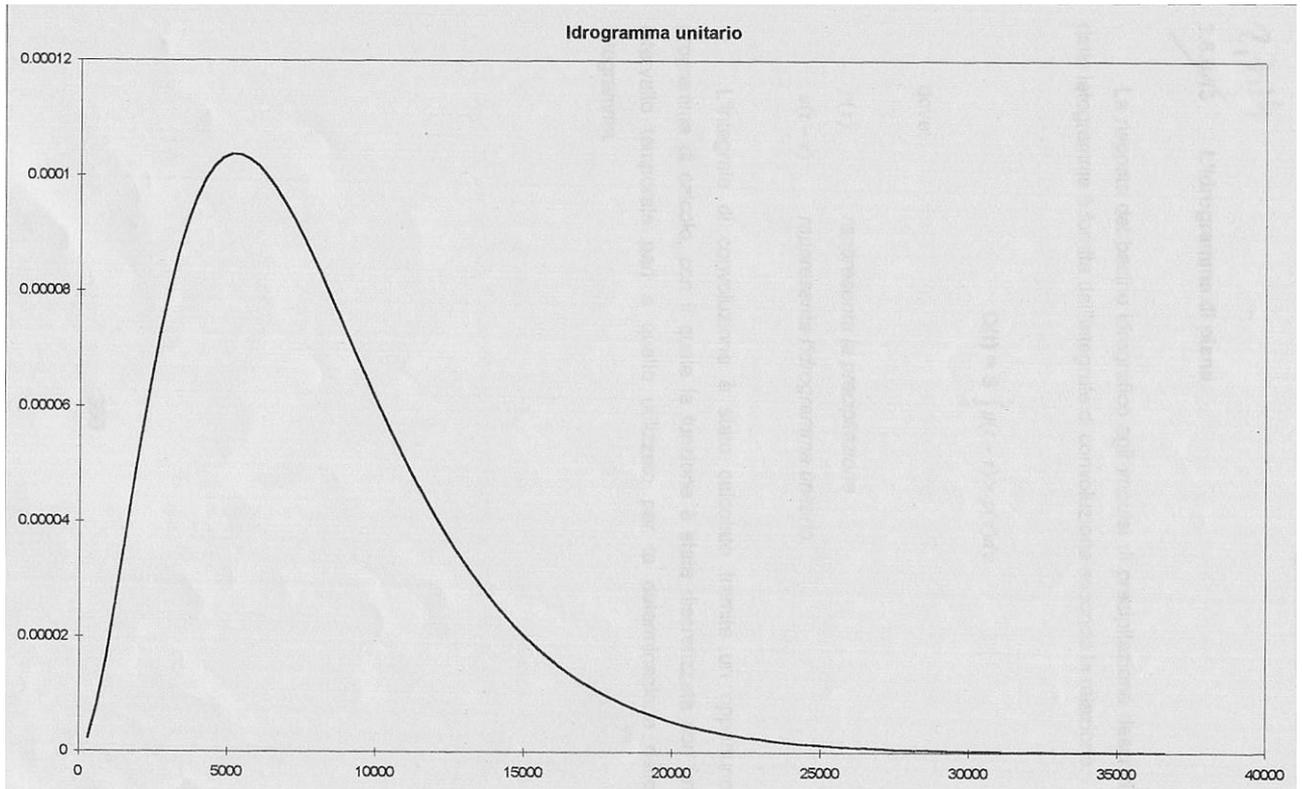
$$u(t) = \frac{1}{(n-1)! \times k} \times \left(\frac{t}{k}\right)^{n-1} \times e^{-t/k}$$

ovvero l'idrogramma unitario sintetico la cui forma varia al variare del parametro n e del parametro k , quest'ultima funzione del tempo di corrvazione secondo la relazione:

$$k = 0.5 \times t_c / (n - 1)$$

Nel caso in esame si è assunto $n = 3$, valore accettato per i bacini liguri.

Di seguito è riportato l'andamento dell'idrogramma unitario istantaneo relativo alla sezione di chiusura del bacino (foce).



2.8.8.3 L'idrogramma di piena

La risposta del bacino idrografico agli impulsi di precipitazione descritti dallo ietogramma è fornita dall'integrale di convoluzione secondo la relazione:

$$Q(t) = S \int_0^t u(t - \tau) \times p(\tau) d\tau$$

dove:

$p(\tau)$ rappresenta la precipitazione

$u(t - \tau)$ rappresenta l'idrogramma unitario.

L'integrale di convoluzione è stato calcolato tramite un opportuno programma di calcolo, con il quale la funzione è stata discretizzata con un intervallo temporale pari a quello utilizzato per la determinazione dello ietogramma.

2.8.9 L'idrogramma di piena alla foce del torrente Impero.

Dai grafici relativi alla sezione di chiusura di seguito riportati, si può osservare che esiste un ritardo fra il tempo di picco della precipitazione e il picco dell'idrogramma coerentemente con il fenomeno fisico che si attua.

I valori di portata di massima piena calcolati con il metodo esposto sono i seguenti:

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati*
FocelImpero	2.9	801	889	941	977	1006	1093	1255

Nella tabella:

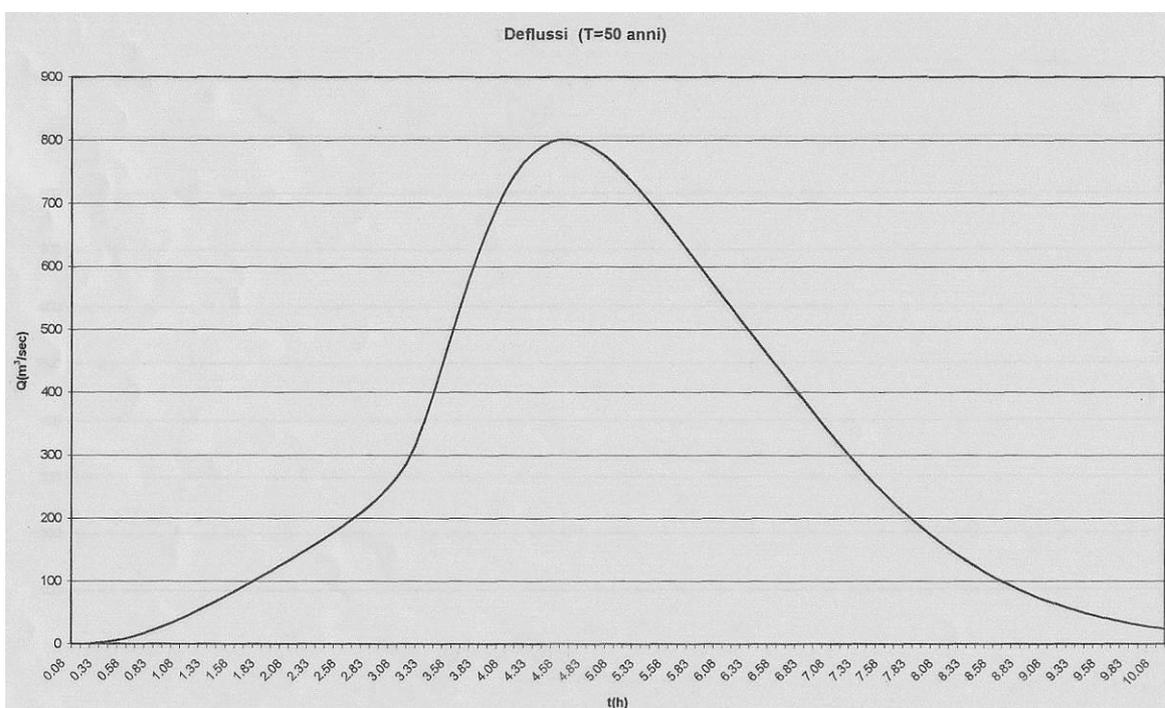
t_c = tempo di corrivazione in [ore]

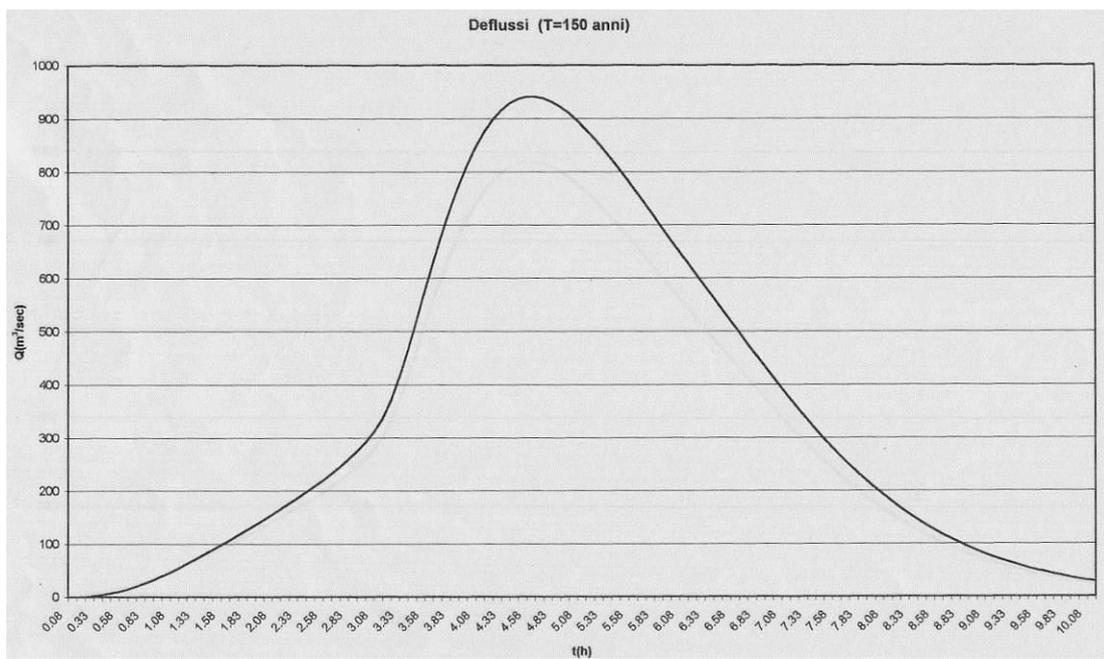
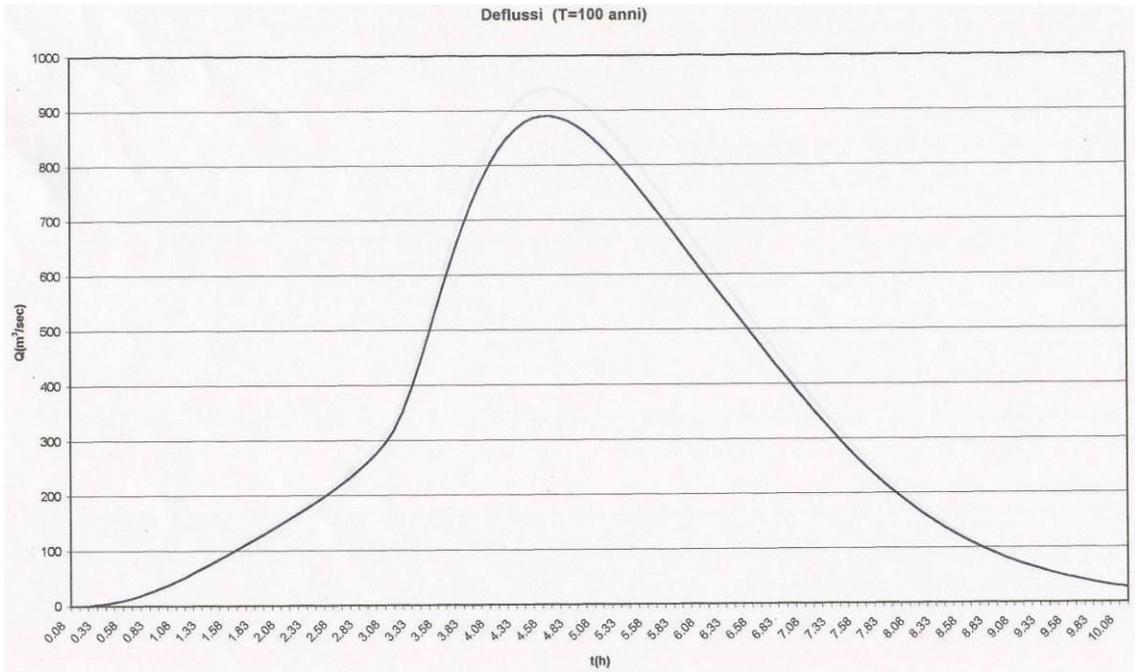
T= periodo di ritorno [anni]

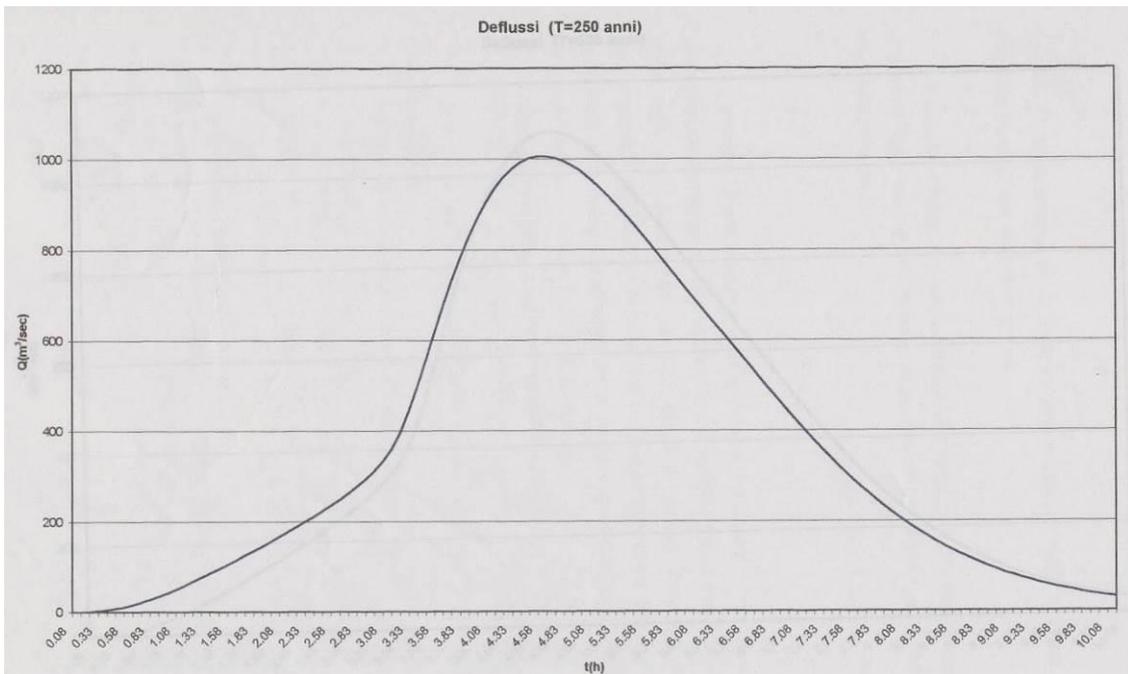
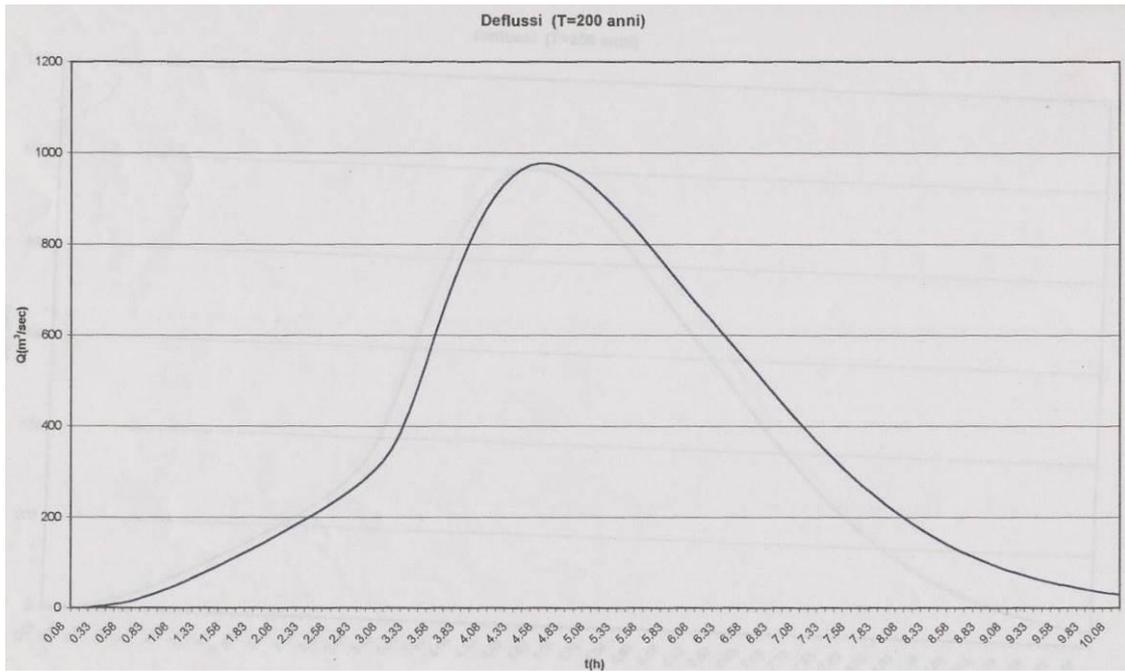
Q = portate [m^3/s]

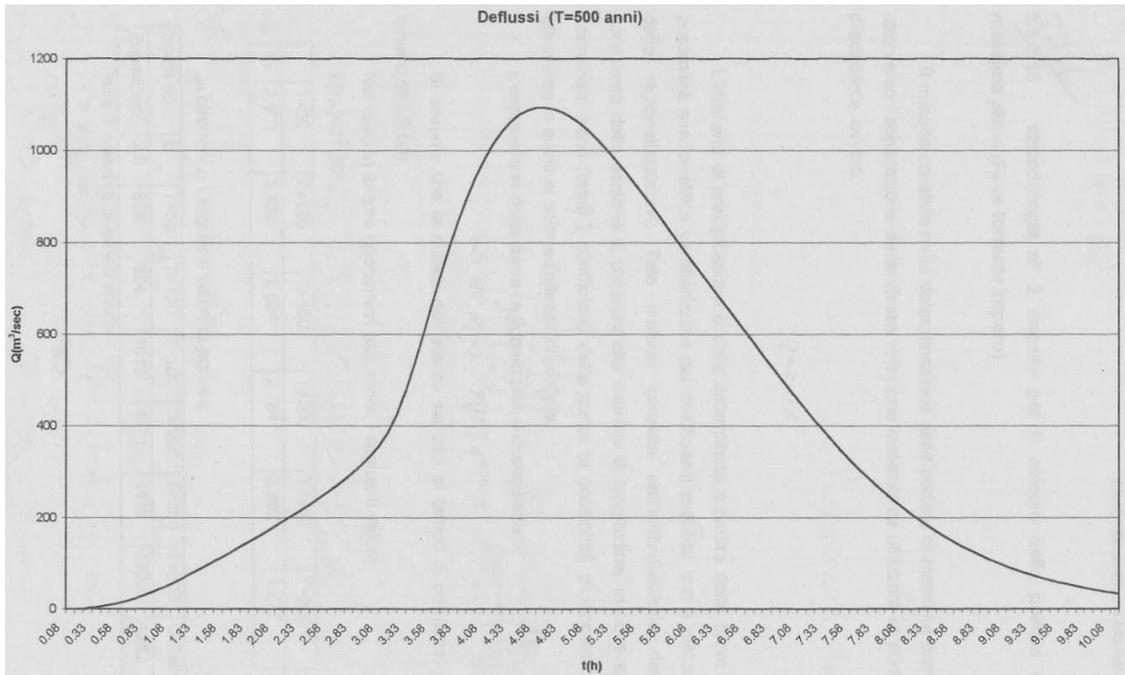
*Q Cati calcolata = 1180 [m^3/s]

Di seguito è riportato il grafico indicativo del deflusso, ovvero l'idrogrammi di piena, alla foce del bacino, relativo a vari periodi di ritorno.









2.8.10 Metodologia n° 2 seguita per il calcolo della portata di massima piena (Foce torrente Impero)

Il metodo consiste nella determinazione della portata di massima piena attraverso l'applicazione della stessa relazione matematica utilizzata al punto precedente, ovvero:

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

L'intensità di precipitazione è stata determinata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica caratterizzate dai coefficienti proposti con il metodo della regionalizzazione. Tale metodo consiste nell'individuazione della coordinata della sezione di chiusura che esprime la longitudine. In base alla coordinata sono forniti i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica, attraverso la quale si ottiene l'altezza di pioggia.

L'espressione della curva regionalizzata è la seguente:

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

Si assume che la durata dell'evento sia pari al tempo di corrvazione, ovvero $d=2.9$ ore

Nel caso in esame i parametri assumono i seguenti valori:

$$E[H_1]=27.59$$

	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500
K_T	2.101	2.429	2.634	2.784	2.902	3.277

Si ottengono i seguenti valori di portata:

Nome rio	t _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Foce Impero*	2.9	808	934	1013	1071	1116	1260	1255

Nota: T in anni - t_c in ore – Q in m³/s

2.8.11 Metodologia n° 3 seguita per il calcolo della portata di massima piena

Il metodo razionale consiste nella determinazione della portata di massima piena attraverso l'applicazione di una semplice relazione matematica, ovvero:

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

dove:

c = coefficiente di assorbimento

i = intensità della precipitazione

A = superficie a monte della sezione di chiusura

Nel caso in esame si assume l'ipotesi di terreno saturo, in modo tale da porsi nelle peggiori condizioni possibili (c=1).

L'intensità di precipitazione è calcolata in riferimento alle curve di possibilità climatica determinate precedentemente, considerando la durata della precipitazione pari al tempo di corrvazione. L'intensità calcolata è pesata sulle tre diverse stazioni.

Al fine di riferire le portate di massima piena di tutto il bacino alla relativa idrologia, si è ritenuto opportuno effettuare il calcolo della portata con il metodo descritto in questo paragrafo. La congruenza tra la pluviometria dei sottobacini e la portata relativa è in tal modo massima, infatti per i bacini che insistono esclusivamente nell'area di una stazione pluviometrica si sono considerati solo i dati ad essa associati.

In corrispondenza di ogni rio è stato inoltre inserito il valore di portata determinato attraverso la curva involucro redatta dall'Ing. L.Cati in modo tale da permettere un confronto tra i diversi valori.

2.8.12 Portata di massima piena alla foce del torrente Impero¹

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
FocelImpero	96	20	1418	0	51	0.46	1.46	0.22

Si ottengono i seguenti valori di portata:

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
FocelImpero	2.9	852	945	1000	1039	1069	1162	1255

2.8.12.1 Torrente Impero alto corso (Rio San Bernardo)

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
AltImpero	5.56	1.75	1418	400	9.5	0.774	1.137	1.521

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
AltImpero	0.4	156	173	183	190	195	212	194

2.8.12.2 Torrente Impero a Borgomaro

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Impero Bor.	29	6	1418	200	21.25	0.890	1.060	1.018

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

¹ Nella tabella:

t_c= tempo di corivazione [ore] T= periodo di ritorno [anni] Q = portate [m³/s]

S= superficie [km²]

P= perimetro [km]

L=lunghezza asta[km]

H_{max}=quota massima [m]

H_o=quota minima [m]

Rc= rapporto di circolarità

Ru= rapporto di uniformità

Ra=rapporto di allungamento

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Impero Bor.	1.4	431	478	505	525	540	587	542

2.8.12.3 Torrente Impero a San Lazzaro (escluso Rio Trexenda)

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Impero	34.5	7.7	1418	155	23.7	0.771	1.139	0.861

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

Nome rio	t _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Impero SanL.	1.5	451	500	529	549	565	614	570

2.8.12.4 Torrente Impero a Chiusavecchia (escluso Rio Maddalena)

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Impero Chius	55	9	1418	133	39.5	0.443	1.503	0.930

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Impero Chius	1.9	618	685	725	753	774	841	783

2.8.12.5 Torrente Impero a Pontedassio

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Impero Pont	70	11	1418	70	37.25	0.634	1.256	0.858

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo e Bestagno.

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Impero Pont	2.2	682	757	800	831	855	930	931

2.8.13 Torrente Impero alto corso: affluenti in destra orografica

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	R _c	R _u	R _a
VilleS.Pietro	4.8	2.25	1099	280	8.75	0.787	1.127	1.099
Vaie	2.8	1.5	600	220	6.25	0.900	1.054	1.259
Rovera	1.82	1.75	900	250	5.75	0.691	1.203	0.870
Ponte	2.28	1.75	1112	300	6.5	0.678	1.215	0.974
Noceto	1.54	1.75	1187	370	7.5	0.344	1.705	0.800

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
VilleS.Pietro	0.46	124	137	145	151	155	168	168
Vaie	0.48	71	79	83	86	89	96	98
Rovera	0.55	43	47	50	52	53	58	72
Ponte	0.33	70	78	82	85	88	95	80
Noceto	0.46	39	44	46	48	49	54	61

2.8.14 Torrente Impero alto corso: affluenti in sinistra orografica

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	R _c	R _u	R _a
Quette	1.14	1.25	1218	437	5	0.573	1.321	0.964
Lavandei	0.68	1.25	1200	386	3.5	0.697	1.198	0.745
Lacori	2.5	2.5	818	270	7	0.641	1.249	0.714
S. Paolo	0.37	1	700	250	3.5	0.379	1.624	0.687
Boioli	0.62	2	880	230	5	0.311	1.792	0.444
Scianse	1.3	1.5	700	200	5	0.653	1.237	0.858

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

Nome rio	T _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Delle Quette	0.38	32	36	38	39	40	44	45
DeiLavandei	0.32	21	24	25	26	27	29	27
Lacori	0.50	62	69	73	75	78	84	87
S. Paolo	0.32	11	12	13	14	14	16	15
Boioli	0.42	17	18	20	20	21	23	25
Scianse	0.53	31	34	36	38	39	42	52

2.8.15 Rio Trexenda

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Trexenda	13.3	3.75	770	150	14.5	0.795	1.122	1.098

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Trexenda	0.85	247	274	289	300	309	336	318

2.8.16 Rio Trexenda: affluenti in destra orografica

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
Acquafredda	1.19	1	600	175	4.75	0.662	1.229	1.231
Bramoso	2.6	1.75	669	200	7	0.666	1.225	1.04

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il Rio Trexenda.

Nome rio	t _c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Acquafredda	0.50	29	33	34	36	37	40	47
Bramoso	0.45	68	75	80	83	85	92	91

2.8.17 Portata di massima piena sottobacini secondari in destra orografica

2.8.17.1 Rio Maddalena

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H _{max}	H _o	P	Rc	Ru	Ra
----------	---	---	------------------	----------------	---	----	----	----

Maddalena	4.4	1.5	730	130	6.5	1.308	0.874	1.578
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Maddalena	0.44	112	125	132	137	141	154	154

2.8.17.2 Rio Agazza

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Agazza	5.2	2	580	60	3.5	5.332	0.433	1.287

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Agazza	0.56	116	129	136	142	146	159	182

2.8.17.3 Rio Olivastri

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Olivastri	1.85	1.75	730	120	5.75	0.703	1.193	0.877

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Olivastri	0.36	53	59	62	65	67	73	74

2.8.18 Portata di massima piena sottobacini secondari in sinistra orografica

2.8.18.1 Rio Lavandero

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Lavandero	3.6	2	800	160	7.75	0.753	1.153	1.071

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Colle San Bartolomeo.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Lavandero	0.45	94	104	110	114	117	127	126

2.8.18.2 Rio Candellero

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Candellero	3.2	1.75	800	120	7.5	0.715	1.183	1.154

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Candellero	0.40	86	96	102	106	109	119	112

2.8.18.3 Rio Viesci

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Viesci	2.8	1.25	800	85	7.25	0.669	1.223	1.511

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Viesci	0.33	85	94	100	104	107	117	98

2.8.18.4 Rio Gaiella

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Gaiella	1.33	1.5	674	70	5.5	0.552	1.346	0.868

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Giaiella	0.46	33	37	39	40	42	45	53

2.8.18.5 Rio Rocca

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Rocca	1.2	1.2	674	70	5.75	0.456	1.481	1.030

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Rocca	0.4	32	35	37	39	40	44	48

2.8.18.6 Rio Sgorreto

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Sgorreto	1.94	2	567	50	5.75	0.737	1.165	0.786

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Bestagno.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	T_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Sgorreto	0.66	50	56	59	62	64	69	68

2.8.18.7 Rio Oliveto

Dati caratteristici:

Nome rio	S	L	H_{max}	H_o	P	Rc	Ru	Ra
Oliveto	4	2.8	400	10	5.75	1.520	0.811	0.806

Calcolo eseguito considerando i valori di precipitazione della stazione di Imperia.

La portata è riferita alla sezione di confluenza con il torrente Impero.

Nome rio	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati
Oliveto	0.70	73	80	85	88	90	97	140

2.8.19 Scheda riassuntiva delle portate**TABELLA A**

Rio	Superficie (Km²)	Q (T=250) (m³/s)	Q (Cati) (m³/s)
Alto corso	5.56	195	194
Ville S. Pietro	4.8	155	168
Vaie	2.8	89	98
Rovera	1.82	53	72
Ponte	2.28	88	80
Noceto	1.54	49	61
Delle Quette	1.14	40	45
Dei Lavandei	0.68	27	27
Lacori	2.5	78	87
S. Paolo	0.37	14	15
Boioli	0.62	21	25
Scianse	1.3	39	52
Trexenda	13.3	309	318
Acquafredda	1.19	37	41
Bramoso	2.6	85	91
Maddalena	4.4	141	154
Agazza	5.2	146	182
Olivastri	1.85	67	74
Lavandero	3.6	117	126
Candellero	3.2	109	112
Viesci	2.8	107	112
Giaiella	1.33	42	53
Rocca	1.2	40	48
Sgorreto	1.94	64	68

Rio	Superficie (Km ²)	Q (T=250) (m ³ /s)	Q (Cati) (m ³ /s)
Oliveto	4	90	140
Impero a Borgomaro	29	540	542
Impero San Lazzaro (no rio Trexenda)	34.5	565	570
Impero Chiusavecchia (SP Lucinasco)	55	774	783
Impero Viadotto SS n° 28 (Nordiconad)	65.5	804	888
Impero Pontedassio (ponte in pietra)	70	855	931
Impero ponte Ipervallè	80	898	1028
Impero ponte Borgo d'Oneglia	84.6	922	1072
Impero foce (con curve di possibilità climatica)	96	1069	1255 (1180)
Impero foce (dato Provincia di Imperia) (con modello afflussi-deflussi)		1016	1255 (1180)

TABELLA B - TABELLA DI SINTESI DELLE PORTATE DEI RII MINORI

N° Progressivo	Nome identificativo del torrente	Area del bacino di influenza (Km ²)	PORTATE		
			Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
1	Alto corso	5.56	156	190	212
2	Ville S. Pietro	4.80	124	151	168
3	Vaie	2.80	71	86	96
4	Rovera	1.82	43	52	58
5	Ponte	2.28	70	85	95
6	Noceto	1.54	39	48	54
7	Delle Quette	1.14	32	39	44
8	Dei Lavandei	0.68	21	26	29
9	Lacori	2.50	62	75	84
10	S. Paolo	0.37	11	14	16
11	Boioli	0.62	17	20	23

N°	Nome identificativo	Area del bacino di influenza (Km ²)	PORTATE		
			31	38	42
12	Scianese	1.30	31	38	42
13	Tresenda	13.30	247	300	336
14	Maddalena	4.40	112	137	154
15	Agazza	5.20	116	142	159
16	Olivastri	1.85	53	65	73
17	Lavandero	3.60	94	114	127
18	Candellero	3.20	86	106	119
19	Viesci	2.80	85	104	117
20	Gaiella	1.33	33	40	45
21	Rocca	1.20	32	39	44
22	Sgorreto	1.94	50	62	69
23	Oliveto	3.55	73	88	97
24	S. Lucia	1.66	46	66	80
Affluenti del Tresenda					
25	Acquafredda	1.19	29	36	40
26	Bramoso	2.60	68	83	92

TABELLA C - TABELLA DI SINTESI DELLE PORTATE UTILIZZATE NELLE VERIFICHE IDRAULICHE

N° sez.	Nome identificativo della sezione di chiusa	Area del bacino di influenza (Km ²)	PORTATE		
			Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
19 IM (BO)	Impero prima affl. Tresenda	34.00	451	549	614
19a IM (BO)	Impero dopo affl. Tresenda	47.88	618	753	841
18 IM (CH)	Ponte Garzi	52.18	618	753	841
17 IM (CH)	Ponte pietra Chiusavecchia	52.87	618	753	841

N° sez.	Nome identificativo della sezione di chiusa	Area del bacino di influenza	PORTATE		
			618	753	841
16 IM (CH)	Gombi del Candellero	61.43	618	753	841
15 IM (CH)	Ponte per Sarola	63.60	641	781	874
14 IM (CH)	Gombi di Riccio	67.41	641	781	874
13 IM (PO)	Ponte SS28 - Gombi della Luna	68.53	682	831	931
12 IM (PO)	Pontedassio	74.66	682	831	931
10 IM (PO)	Zona S. Lucia	78.43	716	873	976
9 IM (PO)	Zona Trony – Ipervallé	79.36	716	873	976
8 IM (IM)	Zona Sasa	82.92	852	1039	1162
7 IM (IM)	Ponte per Borgo d'Oneglia	84.79	852	1039	1162
6a IM (IM)	Cinofilo	86.46	852	1039	1162
6 IM (IM)	Briglia in zona Barcheto	88.58	852	1039	1162
5 IM (IM)	Ponte autostradale	88.62	852	1039	1162
4 IM (IM)	Ponte ex mattatoio	88.95	852	1039	1162
3 IM (IM)	Ponte FFSS	94.58	852	1039	1162
2 IM (IM)	Ponte Aurelia	94.58	852	1039	1162
1 IM (IM)	Ponte A. Vespucci	94.95	852	1039	1162

N.B. per il calcolo delle aree dei bacini d'influenza (colonna 3 tabella) si è fatto riferimento alla allegata carta "AREE DEI SOTTOBACINI".

2.8.20 Conclusioni dell'analisi idrologica

Le portate di piena assunte per le successive verifiche idrauliche sono indicate in tabella C del paragrafo precedente.

Per le sezioni del reticolo idrografico per le quali il Piano non individua specificamente le portate di piena, deve essere conservativamente considerato il valore della portata individuato nelle tabelle B e C per la sezione immediatamente a valle di quella considerata, o, in alternativa, la portata ottenuta mediante l'utilizzo di un contributo unitario ricavato per interpolazione lineare tra quello di valle e quello di monte già definiti dal piano, mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$Q_i = (A_m + dA) \cdot \left[q_m - \left(\frac{q_m - q_v}{A_v - A_m} \right) \cdot dA \right]$$

Ove:

$q_m = Q_m/A_m$; $q_v = Q_v/A_v$; $dA = A_i - A_m$

Q_i , Q_m , Q_v = [m³/s] portata intermedia, di monte e di valle;

A_m , A_v , A_i = [km²] area sottesa del bacino di monte, valle ed intermedia;

q_m , q_v = [m³/s/km²] contributi unitari di monte e valle.

Per le sezioni prive di specifiche indicazioni di portata e con bacino sotteso di superficie superiore a 10 Km² la portata, avente periodo di ritorno duecentennale, deve essere assunta dalla sezione immediatamente a valle o, in alternativa, attraverso la metodologia del presente piano ragguagliata alla superficie di bacino realmente sottesa.

Per bacini compresi tra i 2 e i 10 km² la portata da assumere è quella calcolata sul sistema dei piccoli bacini secondo lo studio CIMA come indicato nell'allegato 2 del cap. 6 del Piano.

Per bacini di superficie inferiore ai 2 km² la portata da assumere deve essere calcolata sulla base del contributo unitario di piena pari a 40 m³/s a km². L'analisi dei risultati mostra che nel caso dei rii affluenti al torrente Impero, i cui bacini sono caratterizzati da superfici di modesta entità, il valore della portata di massima piena determinato a partire dalla curve di possibilità climatica non differisce significativamente dal valore di portata desumibile dalla curva inviluppo.

Nel caso, invece, del valore di portata relativo alla sezione di chiusura del torrente Impero, emerge una sostanziale differenza tra le portate calcolate con i diversi metodi:

La differenza tra il valore relativo alla curva inviluppo e il valore determinato con il modello afflussi deflussi, con periodo di ritorno 250 anni, è dell'ordine del 20%.

La differenza tra il valore relativo alla curva inviluppo e il valore determinato con il metodo delle curve di possibilità climatica, con periodo di ritorno 250 anni, è dell'ordine del 12%.

La differenza tra il valore relativo alla curva inviluppo e il valore determinato con il metodo della "regionalizzazione delle precipitazioni", con periodo di ritorno 250 anni, è dell'ordine dell'11%.

2.8.21 Confronto con i valori di portata CIMA (31/07/1999) calcolati e stima delle portate per periodi di ritorno di 5, 10, 30 anni.

L'Università degli Studi di Genova (Centro di ricerca in monitoraggio ambientale) ha eseguito la stima delle portate relative al bacino dell'Impero, tramite l'applicazione di un modello afflussi-deflussi sulla base della regionalizzazione delle precipitazioni, nell'ambito dello studio "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri".

I valori di portata stimati sono riportati nelle tabelle CIMA negli allegati di Idrologia (Tabelle: tipo 1, tipo 2, e tipo 3).

Alla foce, con i vari metodi di calcolo, sono stati ricavati i seguenti valori:

	t_c	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500	Q Cati*
Metodo n° 1	2.9	801	889	941	977	1006	1093	1255
Metodo n° 2	2.9	808	934	1013	1071	1116	1260	1255
Metodo n° 3	2.9	852	945	1000	1039	1069	1162	1255
CIMA A=93 Km ²	2.9	580	710	780	830	874	1000	1150

Queste portate sono state plottate nella **figura 2.7.32.a** allegata, ed in essa la curva corrispondente ai valori CIMA è stata prolungata con le portate nella direzione dei tempi di ritorno più piccoli, stimando "Q" per $T_r = 30, 10$ e 5 anni tramite le **tabelle tipo 2 e 3**.

Il confronto diretto fra queste curve evidenzia un certo parallelismo fra la curva del Cima e quella del metodo 2, con i valori del metodo 2 superiori a quelli CIMA di una costante che mediamente vale 238 m³/s.

Quindi, per rimanere coerenti ai valori ricavati dallo studio presente che risultano mediamente più elevati rispetto a quelli introdotti da CIMA, le portate per i tempi di ritorno $T_r = 30, 10$ e 5 possono essere valutate aggiungendo 238 m³/s alle portate stimate da CIMA.

La **figura 2.7.32.b** riporta i valori così ottenuti, e la tabella seguente ne ripropone i valori in formato numerico.

	T=5	T=10	T=30	T=50	T=100	T=150	T=200	T=250	T=500
Metodo n° 2	453	535	719	808	934	1013	1071	1116	1260
CIMA A=93 Km ²	215	297	481	580	710	780	830	874	1000

Analogamente, per la sezione di chiusa individuata nella tabella tipo 1 CIMA “a monte della confluenza con il rio delle Ville”, che corrisponde alla sezione “13 IM (PO) - Nuova SS28” in tabella C, si riscontra una differenza di portata costante pari a 121 m³/s.

E così per la sezione a monte della confluenza con il rio Tresenda, la differenza fra le portate stimate dal presente lavoro e quelle valutate dal CIMA vale mediamente 215 m³/s.

Nei suddetti due casi, pertanto, le portate per i tempi di ritorno $T_r = 30, 10$ e 5, possono essere valutati aggiungendo rispettivamente 121 e 215 m³/s ai valori stimati da CIMA.

(Si noti che la sezione di chiusa alla foce è stata stimata dallo studio CIMA pari ad $A=93$ Km², contro i circa 95 Km² stimati dal presente lavoro).

2.8.22 Portate di piano

In seguito all'approvazione dei Piani di Bacino della provincia di Imperia, per i quali si è adottata la portata derivante dallo studio effettuato dal C.I.M.A., per uniformità, data anche la sostanziale ininfluenza di tale variazione rispetto agli esiti delle indagini idrauliche già effettuate, si è determinato di adottare anche per il bacino in esame tali portate. Di seguito per comodità il riepilogo delle portate di piano:

SINTESI DELLE PORTATE DI PIANO SULL'ASTA PRINCIPALE

Torrente	Sezione a <u>monte</u> della confluenza con	Area del bacino di influenza (Km ²)	PORTATE		
			Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Impero	Mar Tirreno	93	580	830	1000
Impero	Rio delle Ville	68	460	660	800
Impero	Rio Tresenda	34	230	340	400

SINTESI DELLE PORTATE DI PIANO DEGLI AFFLUENTI

Torrente	Sezione a <u>monte</u> della confluenza con	Area del bacino di influenza (Km ²)	PORTATE		
			Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Ville	Torrente Impero	5	40	60	70
Tresenda	Torrente Impero	14	100	140	170

Per il calcolo della portata nelle diverse sezioni di interesse lungo sia l'asta principale del Torrente Impero che le aste dei principali affluenti, per i diversi periodi di ritorno sono, è possibile utilizzare le metodologie riportate al Capitolo 6 Allegato 2.

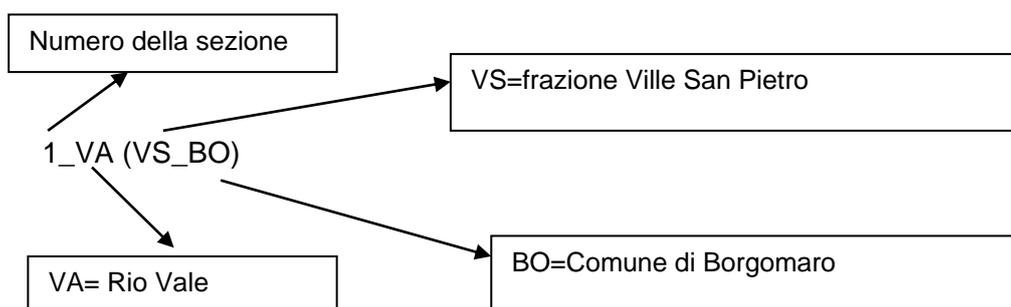
2.8.23 Catasto delle opere idrauliche

Ogni sezione rilevata è codificata nel seguente modo:

- un numero progressivo a partire da valle verso monte;
- una sigla di due lettere che indica il nome del torrente;
- una sigla indicativa della frazione e del relativo comune in cui è posizionata la sezione (questi elementi di tipo amministrativo sono segnati fra parentesi)

Poiché alcuni rii sono privi di nomi si è codificata la sezione con la sigla della zona in cui si trova il rio seguita dall'indicazione SN=senza nome e la sigla del comune di appartenenza.

Esempio:



SIGLA DEI COMUNI

COMUNE	SIGLA
Borgomaro	BO
Aurigo	AU
Caravonica	CA
Cesio	CE
Chiusanico	CU

COMUNE	SIGLA
Lucinasco	LU
Pontedassio	PO
Chiusavecchia	CH
Imperia	IM

SIGLA DELLE FRAZIONI

FRAZIONE	SIGLA
Conio	CO
Poggialto	PG
Ville San Pietro	VP
Ville San Sebastiano	VS
Candiasco	CN
Borgoratto	BR

FRAZIONE	SIGLA
Torria	TO
Gazzelli	GA
S. Lazzaro Reale	SL
Olivastrì	OL
Sarola	SR
Villa Viani	VV

SCHEDA	RIO	SIGLA
1_FE(CO_BO)	Ferrai	FE
1_BU(CO_BO)	Butasso	BU
1_NO(CO_BO)	Noceto	NO
1_FR(CO_BO)	Frassinei	FR
2_PO(CO_BO)	Ponte	PO
1_CH(CO_BO)	Chioso	CH
1_FO(VP_BO)	Fontanabora	FO
1_RO(VS_BO)	Rovera	RO
1_VA(VS_BO)	Valle	VA
1_PC(VS_BO)	Pian Cappello	PC
2_PC(VS_BO)	Pian Cappello	PC
1_LA(AU)	Lacori	LA
1_SP(AU)	San Paolo	SP
1_BO(AU)	Bonoli	BO
1_DC(AU)	Dei ciasi	DC
1_SC(BO)	Scianse	SC
2_SC(BO)	Scianse	SC
1_CNSN(CN_BO)	Candesco- senza nome	
1_AF(CA)	Acquafredda	AF
1_RV(LU)	Verneti	RV
1_CISN(VP_BO)	Zona ciossetto senza nome	
1_VP(VP_BO)	Ville San Pietro	VP
2_VP(VP_BO)	Ville San Pietro	VP

SCHEDA	RIO	SIGLA
1_PO(CO_BO)	Ponte	PO
1_GA(PG_AU)	Garbi	GA
1_CA(LU)	Di Caselle	CA
2_CA(LU)	Di Caselle	CA
3_CA(LU)	Di Caselle	CA
1_GR(LU)	Grane	GR
1_NI(LU)	Nisurella	NI
2_NI(LU)	Nisurella	NI
1_MA(LU)	Maddalena	MA
1_OL(OL_CH)	Olivastri	OL
1_OR(CU)	Degli orti	OR
2_OR(CU)	Degli orti	OR
3_OR(CU)	Degli orti	OR
1_CL(CH)	Candellero	CL
1_ZUSN(CH)	Zona zunchei senza nome	ZU
1_LV(CU)	Lavandero	LV
2_LV(CU)	Lavandero	LV
1_MLSN(CU)	Zona Prati di Millio senza nome	
2_MLSN(CU)	Zona Prati di Millio senza nome	
1_CUSN(CU)	Zona Chiusanico senza nome	
1_VI(PO)	Viesci	VI
1_BA(CH)	Baghi	BA
2_BA(CH)	Baghi	BA
1_VL(VV_PO)	Rio delle Ville	VL

SCHEDA	RIO	SIGLA
2_VL(VV_PO)	Rio delle Ville	VL
1_CR(VV_PO)	Cianravare	CR
1_BR(VV_PO)	Brughei	BR
1_PI(VV_PO)	Piane	PI
1_OV(IM)	Oliveto	OV
2_OV(IM)	Oliveto	OV
3_OV(IM)	Oliveto	OV
4_OV(IM)	Oliveto	OV
5_OV(IM)	Oliveto	OV
6_OV(IM)	Oliveto	OV
7_OV(IM)	Oliveto	OV
8_OV(IM)	Oliveto	OV
9_OV(IM)	Oliveto	OV
10_OV(IM)	Oliveto	OV
11_OV(IM)	Oliveto	OV
12_OV(IM)	Oliveto	OV
13_OV(IM)	Oliveto	OV
14_OV(IM)	Oliveto	OV
15_OV(IM)	Oliveto	OV
1_PN(IM)	Panegai	PN
2_PN(IM)	Panegai	PN
3_PN(IM)	Panegai	PN
4_PN(IM)	Panegai	PN
1_AZ(PO)	Agazza	AZ

SCHEDA	RIO	SIGLA
2_AZ(PO)	Agazza	AZ
1_GI(PO)	Giaiella	GI
2_GI(PO)	Giaiella	GI
3_GI(PO)	Giaiella	GI
4_GI(PO)	Giaiella	GI
1_RC(PO)	Rocca	RC
1_IM(IM)	Impero (ponte Lungomare Vespucci)	IM
2_IM(IM)	Impero (ponte SS n° 1)	IM
3_IM(IM)	Impero (ponte ferrovia)	IM
4_IM(IM)	Impero (ponte ex-mattatoio)	IM
5_IM(IM)	Impero (ponte autostrada)	IM
6_IM(IM)	Impero (briglia ponte autostrada)	IM
7_IM(IM)	Impero (ponte Borgo d'Oneglia)	IM
8_IM(IM)	Impero (briglia SASA)	IM
9_IM(PO)	Impero (ponte Caseificio Alberti)	IM
10_IM(PO)	Impero (pile ponte SERALL)	IM
11_IM(PO)	Impero (guado SERALL)	IM
12_IM(PO)	Impero (ponte in pietra Pontedassio)	IM
13_IM(PO)	Impero (ponte SS 28 Gombi Luna)	IM
14_IM(CU)	Impero (ponte SS 28 CONAD)	IM
15_IM(CH)	Impero (ponte in pietra Sarola)	IM
16_IM(CH)	Impero (passerella Gombi Candellere)	IM
17_IM(CH)	Impero (ponte in pietra Chiusavecchia)	IM
18_IM(CH)	Impero (ponte SP 30 Lucinasco)	IM

SCHEDA	RIO	SIGLA
19_IM(BO)	Impero (briglia)	IM
20_IM(BO)	Impero (ponte in pietra San Lazzaro)	IM
21_IM(BO)	Impero (briglia)	IM
22_IM(BO)	Impero (passerella pedonale)	IM
23_IM(BO)	Impero (briglia)	IM
24_IM(BO)	Impero (ponte in pietra Borgomaro)	IM
25_IM(BO)	Impero (ponte in pietra Borgomaro)	IM
26_IM(BO)	Impero (briglia)	IM
27_IM(BO)	Impero (ponte in pietra pedonale)	IM
28_IM(BO)	Impero (ponte SP 24 per Conio)	IM
29_IM(BO)	Impero (passerella in pietra)	IM
30_IM(BO)	Impero (ponte in pietra)	IM
31_IM(BO)	Impero (ponte in c.a.)	IM
1_CUSN(CU)	Zona Chiusanico senza nome	CUSN
1_CE(IM)	Rio senza nome (strada per Diano Calderina)	CE
1_CS(IM)	Campi Rossi (ponte)	CS
2_CS(IM)	Campi Rossi (tombinatura)	CS
1_FN(PO)	Rio Fregan	FN
2_RC(PO)	Rio Rocca (ponte)	RC
3_RC(PO)	Rio Rocca (ponte)	RC
1_SG(PO)	Rio Sgorreto (ponte)	SG

3 PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

3.1 PREMESSA

Le principali problematiche di carattere idraulico relative al territorio in esame sono illustrate, per quel che riguarda il pericolo di inondazione, nell'ambito del capitolo precedente e rappresentate dalle carte che indicano le aree inondabili in corrispondenza dei diversi periodi di ritorno (Vedi TAV.10). Dalle verifiche idrauliche e dall'analisi dei fenomeni accaduti in passato emerge che il corso d'acqua principale non presenta problematiche molto gravi, poiché, generalmente, l'alveo ha dimensioni tali da consentire il deflusso delle acque, seppure siano presenti, ovviamente, alcune aree soggette a rischio di inondazione. In ordine a ciò si ritiene che una corretta politica del territorio, che non comprometta l'attuale situazione, sia auspicabile al fine di conservare un ambiente a pericolosità non elevata e critica come in altri bacini. Si rileva, infatti, che alcune zone inondabili sono in aree prive di elementi a rischio. Sono, inoltre, emerse criticità, ma di tipo locale, a raggio piuttosto ridotto.

Dal punto di vista geomorfologico, le principali problematiche sono rappresentate dalla presenza di frane quiescenti, di frane attive e di zone in erosione che necessitano di opere di sistemazione e di una limitazione dell'edificazione e dell'insediamento.

Importante risulta anche l'aspetto idrogeologico a causa della presenza nel Bacino oggetto di studio di litotipi e terreni con diversa permeabilità che possono dare origine a emergenze idriche anche di una certa entità.

3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO: SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI

Nell'ambito dell'analisi del bacino del Torrente Impero è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Regione Liguria (Assetto del Territorio e Controllo Tecnico), linea guida n°2/2000.

La metodologia predisposta per la realizzazione della C.S.D.V., prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- Geolitologia
- Geomorfologia
- Idrogeologia
- Acclività
- Vegetazione ed uso del suolo

Le variabili associate a ciascun tematismo considerato nelle fasi di overlay sono illustrate nella seguente tabella.

Tematismo	Variabile	Tipo
Carta Geolitologica	Litologia	Principale
Carta Geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Granulometria delle coltri	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Erosione concentrata fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscellamento diffuso	Aggravante
Carta dell'acclività dei versanti	Classi di acclività	Principale
Carta idrogeologica	Permeabilità del substrato	Principale
Carta della copertura ed uso del suolo	Uso del suolo	Principale

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

La sovrapposizione dei vari tematismi è stata eseguita manualmente con l'utilizzo di fogli trasparenti. Si sono quindi realizzate campiture caratterizzate da un numero che costituisce la somma algebrica, manuale, di tutti i pesi relativi a ciascuna variabile. Maggiore è il peso totale, maggiore è la suscettività al dissesto.

3.2.1 Pericolosità delle classi di uso del suolo

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 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 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;

Seminativi, vivai, colture ortofloricole Agroecosistema a colture erbacee costituito da cenosi antropiche oligo o monospecifiche:

- valori molto bassi di diversità specifica poiché la componente dominante in termini di biomassa coincide con la coltura; la componente di infestanti è marginale;
- complessità strutturale molto bassa poiché il biospazio epigeo è occupato solo per pochi decimetri dallo strato erbaceo;
- 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 pressoché totale biomassa.

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.

Vigneti, oliveti, frutteti Agroecosistema a colture legnose costituito da consorzi arborei artificiali monospecifici e, spesso, monovarietalì:

- 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.

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.

Boschi di latifoglie Ecosistema naturale o naturaliforme costituito da boschi misti di latifoglie termofile o mesofile 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 da boschi di conifere termofile a prevalenza di pino d'Aleppo o misti con pino marittimo e boschi di conifere mesofile a prevalenza di pino nero, 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 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.

Rimboschimenti con specie esotiche Agroecosistema costituito da consorzi arborei artificiali monospecifici, non in equilibrio con le specie componenti la vegetazione potenziale ed in condizioni di instabilità poiché non in grado di rinnovarsi. Presenta:

- valori generalmente bassi di diversità specifica e complessità strutturale;
- moderato grado di soddisfacimento della catena trofica;
- subisce asporti periodici (> 1 anno) della biomassa.

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

3.2.3 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:

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 cadente (Pe)

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

Indice di protezione dall'acqua dilavante (Pd)

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 antierosiva 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.

	Terreno eroso t/ha anno	Anni necessari per erodere 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

Effetto della vegetazione sull'erosione (Baver 1966)

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. 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 idrometeorie, seguito dalle formazioni coetanee, da boschi cedui, pascoli arbustati, pascoli arborati e pascoli senza vegetazione arborea e/o arbustiva (Rezza, 1998).

Il Talamucci, 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 (Agricoltura Montana e Submontana, 1975).

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 viene attribuita, in generale, una buona qualità ecologica ed un'elevata efficienza idrologica, analogamente ai soprassuoli a prateria. Tuttavia, una funzionalità regimante inferiore, è stata attribuita 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 bassa qualità ecologica ed una minore efficienza idrologica. Tuttavia, nell'ambito di tale classe, agli oliveti viene attribuita una maggiore qualità ecologica (presenza di uno strato erbaceo) ed efficienza idrologica (copertura continuativa e pressoché totale del suolo in funzione dell'habitus sempreverde e dell'elevata densità d'impianto adottata nell'imperiese, 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 e frutticole spesso in consociazione) ed in quanto

trattasi, in genere, di aree adibite ad uso familiare sottoposte a regolari interventi manutentivi;

- alle zone scarsamente vegetate, con affioramenti rocciosi e forte pietrosità, comprese nella classe di uso del suolo “rocce nude”, 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 indotta 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’Impero, le diverse categorie di uso del suolo e vegetazionali sono state, quindi, ordinate come segue, per decrescente “*efficienza idrologica*”:

- 1) zone boscate con grado di copertura >50%, praterie;
- 2) zone boscate rade, arbusteti, prati e pascoli, ex coltivi;
- 3) rimboschimenti con specie esotiche, oliveti, aree verdi urbane, aree sportive ricreative, zone agricole eterogenee;
- 4) vigneti, frutteti, seminativi, tessuti urbani, aree industriali e commerciali, reti autostradali, ferroviarie, portuali;
- 5) aree estrattive e discariche, rocce nude, aree percorse da incendi.

3.2.4 Attribuzione dei pesi ai tematismi

a) 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 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 della 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 ai rimboschimenti con specie esotiche (indice 10), come individuati e perimetrati sulla Carta della Vegetazione Reale.

Indice	Descrizione	Peso
1.1.1	tessuto urbano continuo	1
1.1.2	tessuto urbano discontinuo	1
1.2.1	aree industriali o commerciali	1
1.2.2	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	1
1.2.3	aree portuali	1

1.3.1 aree estrattive	2
1.3.2 discariche	2
1.4.1 aree verdi urbane	0
1.4.2 aree sportive e ricreative	0
2.1.1 seminativi in aree non irrigue	1
2.1.2 seminativi in aree irrigue	1
2.2.1 vigneti	1
2.2.2 frutteti	1
2.2.3 oliveti	0
2.3 prati e pascoli	-1
2.4 zone agricole eterogenee	0
2.5 ex coltivi	-1
3.1 praterie	-2
3.2 zone boscate (BR bosco rado)	-1
zone boscate (BB bosco)	-2
zone boscate (10 rimboschimenti con specie esotiche)	0
3.3 zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	- 1
3.4.1 spiagge	//
3.4.2 rocce nude	2
3.4.4 aree percorse da incendi recenti	2

b) Litologie, geomorfologia, acclività

L'attribuzione dei pesi alle litologie è avvenuta su base statistica eseguita sulla base della formula **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:

$$K = \sum A'' n / AT$$

$$\Phi = A'' n / A' n$$

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 quiescenti all'interno delle A'n. (Km²)

AT = Area totale del bacino

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

Relativamente al bacino del Torrente Impero i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati nella tabella seguente.

Tipo	Area (mq) [A'n]	Area (mq) [A''n]
Flysch di Sanremo	64.800.195	5.902.768
Formazione di S. Bartolomeo	6.071.745	501.190
Formazione di Testico	3.469.981	121.091

Argille di Ortovero	327.839	0
Conglomerati di M. Villa	539.467	0

Superfici di affioramento delle singole litologie

CARTA GEOLITOLOGICA

Peso	Litologia
10	Flysch di Sanremo
9	Formazione di San Bartolomeo
4	Formazione di Testico
9	Argille di Ortovero
9	Conglomerati di Monte Villa

A favore della sicurezza alle argille di Ortovero e ai conglomerati è stato arbitrariamente assegnato un valore pari a 9.

I valori così ottenuti sono stati presi come punto di riferimento per l'assegnazione dei pesi alle altre variabili che sono esposte 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 e intensamente fratturata

CARTA GEOMORFOLOGICA –COLTRI

Peso	Tipo di coltre
6	Coltre potente su Flysch di Sanremo
7	Coltre sottile su Flysch di Sanremo
9-11	Coltre sottile su Formazione di S. Bartolomeo
9	Coltre potente su Formazione di Testico
7-9	Coltre sottile su Formazione di Testico

CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI

Classi d'acclività	Peso su coltre	Peso su roccia
< 10 %	- 7	- 5
10 – 20%	- 5	- 3
20 – 35%	0	- 2
35 – 50%	3	0
50 – 75%	5	4
75 – 100%	7	5
> 100%	7	5

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti ne deriva una carta estremamente frammentata e suddivisa in piccole aree a diversa classe di suscettività:

Pg0 pericolosità molto bassa

Pg1 pericolosità bassa

Pg2 pericolosità media

Pg3A e Pg3B pericolosità alta

Pg4 molto alta

L'ultima classe corrisponde alle frane attive.

Viceversa le frane quiescenti (Pg3A) e le paleofrane (Pg3B) vengono direttamente inserite in classe di suscettività "alta".

Sussistono tuttavia delle anomalie dettate prevalentemente da una analisi piu' critica e concreta del territorio. Infatti alcune paleofrane riconoscibili soltanto per la loro morfologia pianeggiante (non è evidente la zona di svuotamento) vengono classificate a pericolosità media.

Inoltre alcune frane quiescenti rispecchiano meglio lo stato dei luoghi se inserite in una pericolosità alta Pg3B. Lo stesso dicasi per quelle frane che sono state oggetto di interventi

S: categoria speciale delle aree interessate dalla presenza di cave attive, discariche che vengono trattate separatamente nel rispetto delle dei vincoli legislativi a cui sono soggetti.

I fronti di cava abbandonati privi di copertura vegetale vengono assimilati alla classe Pg3A o Pg3B.

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI

Classe	Definizione	Pesi
Pg4	MOLTO ALTA	
Pg3A e Pg3B	ALTA	> 18
Pg2	MEDIA	9 – 18

Pg1	BASSA	2 - 9
Pg0	MOLTO BASSA	< 2
Per i seguenti tematismi vi è un'associazione diretta a:		
Frane quiescenti,paleofrane	Classe Pg3A e Pg3B	
Frane attive	Classe Pg4	
Cave	"speciali"	
Discariche	"speciali"	
Grossi riporti	"speciali"	

Corrispondenza delle classi di suscettività con i pesi

3.2.5 Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati

I contributi dei tematismi che sono riferiti al massimo valore di peso attribuito alla litologia sono sintetizzati nella seguente tabella:

Tematismo	Peso massimo
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 70% del valore di litologia
Uso del suolo	Peso massimo pari al 20% del valore di litologia

Peso massimo in percentuale rispetto ad ogni tematismo

3.2.6 Commento alla carta della pericolosità e suscettività al dissesto dei versanti

Il risultato cartografico finale è stato talvolta modificato come alcune piccole aree Pg1, inglobate all'interno di aree Pg2, o viceversa alcune aree Pg3 (A o B) di dimensioni limitate sono state inglobate in un'unica area onde evitare una intensa frammentarietà. In generale comunque si è preferito mantenere il dato originale il più oggettivo possibile. Nel seguito vengono analizzate le aree maggiormente significative, soprattutto per quanto riguarda le classi di suscettività alta e media, che determinano rischio elevato; non verranno descritte le aree in frana attiva (suscettività molto alta) o quiescente, in quanto già analizzate approfonditamente nelle schede allegate.

In generale il bacino del Torrente Impero ricade in una classe di suscettività al dissesto di grado medio e in minor percentuale basso.

Tra le aree ad alta suscettività, non determinate dalla presenza di frane, ricadono, in particolar modo le zone in cui la roccia si presenta fratturata ed in giacitura sfavorevole.

Tra le zone ad alta suscettività riscontriamo un versante esposto ad Sud – Ovest, nella zona più a monte del bacino, compreso tra il passo del Lupo a Nord e Loc. Cavanarelli a Sud; la valle ubicata alla confluenza tra Rio delle Ciappe e Rio Fontanabona; il versante esposto a Sud – Ovest compreso tra l'abitato di Poggialto ad Est ed il Rio Bernardo ad Ovest; ritroviamo una zona ad alta suscettività a Nord dell'abitato di Chiusanico in sinistra orografica del Rio Lavandero.

Procedendo da Nord verso Sud vanno aumentando le zona a suscettività minore, in particolar modo si ha suscettività molto bassa in corrispondenza dei sedimenti alluvionali a partire dall'abitato di Borgomaro.

La maggior parte delle aree in coltre sono risultate in una suscettività media; fanno eccezione alcune coltri sulle argilliti come in loc. Cian di Culi.

Le estese aree occupate da deformazione gravitativa profonda sono state considerate come roccia affiorante in cattive condizioni di conservazione. Solo così è stato possibile evidenziate quelle aree più suscettibili alla instabilità.

Alcune frane quiescenti sono inserite nella classe a pericolosità alta Pg3B; questa anomalia è dovuta all'esecuzione di interventi che tuttavia, in questa fase, non permettono di declassare l'area in Pg2 ed eliminare l'indicazione di una frana quiescente dato da tenere in debita considerazione per un eventuale utilizzo del territorio.

3.3 PROBLEMATICHE IDRAULICHE

3.3.1 Individuazione delle aree storicamente inondate

L'indagine è stata svolta presso Comuni, Provincia, Regione. In particolare si è fatto riferimento alla cartografia allegata alla "Deliberazione della Giunta Regionale n° 2615 del 28.12.1998 ad oggetto: "Approvazione, ai sensi dell'articolo 6 della l.r. 21.10.1996 n° 45, della mappa del rischio di inondazione presente sul territorio regionale". Tale cartografia, redatta dal Dipartimento Ambiente e Territorio, Servizio Protezione Civile, Servizio Sistemi Informatici, è aggiornata al 15.06.1998. Le mappe citate sono state integrate con le aree alluvionate a seguito del fenomeno verificatosi il 30.09.1998. Nel bacino del torrente Impero le aree inondate sono localizzate nei seguenti comuni:

Lucinasco - Chiusanico - Chiusavecchia - Pontedassio - Imperia

Comune di Lucinasco:

Evento 25.9.1981:

➤ Il Rio Maddalena: sono inondate le aree limitrofe all'immissione del rio nel torrente Impero.

Comune di Chiusavecchia:

Evento 25.9.1981:

➤ Il Rio delle Vigne: abitato di Chiusavecchia

Comune di Pontedassio:

Evento 25.9.1981:

➤ Il torrente Impero esonda in corrispondenza della località Ruggè, in cui è presente un campo da calcio e terreno adibito alla coltivazione di ortaggi.

➤ Il torrente Impero esonda in corrispondenza della località Case L'Isola e S. Lucia. Sono presenti nell'area capannoni industriali.

➤ Il Rio Gaiella esonda nell'abitato di Pontedassio.

Comune di Imperia:

Evento 25.9.1981

➤ Il Rio Campi Rossi esonda allagando la strada.

Il rio Oliveto esonda allagando le aree limitrofe.

Evento 25.9.1995

➤ Il Rio Campi Rossi esonda allagando i terreni in sponda destra. L'erosione della piena distrugge la mulattiera in destra orografica localizzata in alveo.

➤ Il rio Oliveto esonda inondando le aree limitrofe: case e strada.

Evento 30.9.1998:

- Il Rio Oliveto esonda allagando completamente la strada adiacente e le case limitrofe.

Nota: in corrispondenza dei diversi eventi alluvionali in molte zone si sono verificati allagamenti derivanti dall'incapacità di smaltimento delle acque da parte della rete fognaria.

3.3.2 Caratteristiche delle aree storicamente inondate

Comune di Lucinasco:

Evento 25.9.1981:

- Il Rio Maddalena esonda in corrispondenza dell'immissione nel torrente Impero all'altezza di Chiusavecchia. Sono inondate le aree limitrofe adibite ad orti. Non sono attualmente presenti abitazioni o insediamenti produttivi.
- *E' stato realizzato un intervento con tecniche di ingegneria naturalistica nella parte montana del rio (all'altezza del Santuario di N.S. Maddalena).*
 - *In corrispondenza dell'immissione del rio nel torrente Impero è stato realizzato un ponte in c.a.p. A monte del ponte l'alveo è arginato. Appena a valle è stata realizzata una briglia.*

Comune di Chiusavecchia:

Evento 25.9.1981:

- Il Rio delle Vigne esonda nell'abitato di Chiusavecchia a causa dell'ostruzione della tubazione che scorre sotto strada. L'allagamento interessa quindi zona abitata.
- *Non si sono più verificati allagamenti. Il rio è stato plateato a monte dove è stata altresì realizzata un'arginatura.*

Comune di Pontedassio:

Evento 25.9.1981:

- Il torrente Impero esonda in corrispondenza della località Ruggè, in cui è presente un campo da calcio e terreno adibito alla coltivazione di ortaggi.
- *Attualmente in località Ruggè di Pontedassio è in fase di realizzazione il completamento di un impianto sportivo. A partire da tale località sino alle case del paese si sta realizzando l'arginatura del torrente Impero su progetto dell'Ufficio Provinciale.*
- Il torrente Impero esonda in corrispondenza della località Case L'Isola e S. Lucia. Sono presenti nell'area capannoni industriali.
- Il Rio Gaiella, tombinato, esonda a causa dell'ostruzione della sezione di deflusso. L'area interessata è l'abitato di Pontedassio.

- *A seguito dell'alluvione è stata realizzata una nuova tombinatura caratterizzata da sezione di maggiori dimensioni rispetto alla precedente.*

Comune di Imperia:

- Il Rio Oliveto è in parte plateato, nel tratto che va dal ponte di Oliveto alla foce la sezione del rio è di ridotte dimensioni. Nell'area interessata dal fenomeno sono presenti case, la strada statale n° 28, lo svincolo autostradale di Imperia est.
- Il Rio Campi Rossi è tombinato. L'allagamento interessa la strada sopra la tombinatura e alcune abitazioni.

3.3.3 Verifiche idrauliche, individuazione delle Fasce Fluviali e criticità del piano.

(paragrafo modificato con DSG 143-2022)

L'analisi del rischio d'inondazione delle aree maggiormente antropizzate è essenzialmente basata sulla valutazione della capacità dell'alveo del torrente tramite verifica idraulica. I dati essenziali per questo studio sono rappresentati dalle portate che l'alveo deve smaltire, dalla geometria dell'alveo e dalla morfologia delle aree limitrofe raggiungibili dalle acque del torrente durante gli eventi di piena, nonché dalle caratteristiche di scabrezza idraulica dell'alveo stesso. La geometria dell'alveo e del territorio si ottiene da opportuni rilievi topografici ed eventualmente con l'ausilio delle planimetrie tecniche esistenti, mentre le caratteristiche di scabrezza si ricavano dalle osservazioni descrittive delle condizioni del letto del corso d'acqua.

Le portate utilizzate per i calcoli, infine, sono quelle stabilite dallo studio idrologico precedentemente presentato.

Per questo lavoro, lungo l'asta principale dell'Impero sono stati individuati una decina di tratti da ritenersi abbastanza importanti per una verifica; partendo a Nord del comune di Chiusavecchia (circa 10.5 Km dalla foce del torrente) esistono, infatti, insediamenti produttivi, commerciali e residenziali che interferiscono, o potrebbero interferire, con il deflusso delle acque di piena del torrente.

Del torrente Impero sono stati analizzati con il calcolo anche gli ultimi due chilometri di percorso, tratto che attraversa il centro abitato della città d'Imperia.

Infine sono stati verificati gli assetti del rio Oliveto, che affluisce nell'Impero a circa 1400 metri dalla sua foce, e del rio Santa Lucia, che si immette direttamente in mare subito ad est del molo del porto di Oneglia.

Il tratto del torrente Impero che attraversa il comune di Borgomaro presenta soltanto una criticità (individuata da semplice osservazione visiva) nel primo tratto del nucleo abitato, mentre alcune verifiche idrauliche sono state eseguite in corrispondenza di alcune opere idrauliche, che, tuttavia, non possono essere considerate pienamente esaudienti da un punto di

vista idraulico a causa di insufficienza del rilievo topografico. Queste sono state comunque riportate in allegato.

Per quel che riguarda il riferimento prescelto per l'individuazione dei tratti d'asta di cui sopra, è stato deciso che questi mantengano una denominazione che abbia un legame con le schede del catasto delle opere idrauliche. Seguendo la posizione delle opere nello schema indicato in **Tavola A** sarà relativamente facile individuare la posizione ricercata di ogni tratto d'asta.

Come meglio descritto in seguito, al paragrafo 3.3.3.2.1, la Variante al Piano di Bacino approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 143 del 15/12/2022 ha aggiornato le verifiche idrauliche del torrente Impero per un tratto a monte del ponte della S.P. n. 30 di Lucinasco, al confine tra i Comuni di Chiusanico, Chiusavecchia e Lucinasco. Nell'ambito della stessa variante, inoltre, sono state sviluppate le verifiche idrauliche per un tratto del rio Lavandero, affluente in sponda sinistra del torrente Impero.

3.3.3.1 Modello matematico e metodologia di calcolo

Le indagini sulla dinamica delle piene è stata condotta attraverso verifica idraulica in regime di moto permanente e corrente monodimensionale. A tal fine è stato scelto il modello matematico nella forma adottata dalle forze armate USA, cioè, si è utilizzato HEC RAS. Questo programma di calcolo è efficace e di facile applicazione a mezzo PC.

Le verifiche idrauliche in ambiente HEC RAS si svolgono supponendo che la densità del fluido sia costante. L'equazione di continuità della corrente si scrive:

$$\frac{\partial(\rho \cdot Q)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \cdot \Omega)}{\partial t} = 0$$

dove:

ρ = densità

Q = portata

Ω = area della sezione

X = asse

t = tempo

Le ipotesi semplificative assunte permettono di scrivere l'equazione di continuità nella seguente forma:

$$\frac{\partial(Q)}{\partial x} = 0$$

ovvero: $Q = \Omega U = \text{cost.}$; U = velocità della corrente

La portata è quindi data dal prodotto della velocità, variabile lungo l'asse della corrente, per l'area della sezione, anch'essa variabile lungo l'asse stesso.

L'equazione del moto è la seguente:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} = -g \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\tau}{\rho \cdot R}$$

dove:

g = accelerazione gravitazionale; τ = tensione tangenziale; R = raggio idraulico

Data la condizione di moto stazionario, in base alla quale

$$\frac{\partial(U)}{\partial t} = 0$$

si ottiene:

$$U \frac{\partial U}{\partial x} = -g \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\tau}{\rho \cdot R}; \quad \text{ovvero:} \quad \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U^2}{2g} + h \right) = -j \quad (1)$$

L'equazione indica la perdita di carico effettivo, a meno del coefficiente correttivo della velocità.

Indicato il carico specifico:

$$E = Y + \alpha \frac{Q^2}{2g\Omega^2}$$

il carico piezometrico:

$$h = z_f + Y; \quad \text{dove: } z_f \text{ è la quota del fondo,}$$

definita $\frac{dz}{dx} = i_f$ come la pendenza del fondo

è allora possibile riscrivere l'equazione (1) nella forma seguente:

$$\frac{dE}{dx} = i_f - j$$

che rappresenta l'equazione del moto stazionario.

L'equazione risolta con la condizione di portata costante fornisce una funzione caratterizzata da almeno un valore di profondità a cui corrisponde un valore minimo, assoluto o relativo, di carico specifico; mentre l'equazione risolta con la condizione di carico specifico costante fornisce una funzione caratterizzata da almeno un valore di profondità a cui corrisponde un valore massimo, assoluto o relativo, di portata.

Queste profondità sono definite *profondità critiche* Y_c , e la velocità corrispondente a questa profondità è la velocità critica.

Si possono distinguere due tipi di corrente:

a) corrente veloce (supercritica) per cui:

$$U > U_c \quad \text{e} \quad Y < Y_c$$

b) corrente lenta (subcritica) per cui:

$$U < U_c \quad \text{e} \quad Y > Y_c$$

La stessa distinzione si evidenzia ricorrendo al valore del numero di Froude:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \cdot Y}}, \text{ per cui si ha:}$$

a) corrente veloce: $Fr > 1$

b) corrente lenta: $Fr < 1$

La verifica è condotta supponendo che possa esistere transizione della corrente attraverso la profondità critica, ovvero ammettendo la possibilità di passaggio della corrente da veloce a lenta e viceversa.

Il procedimento che si sviluppa durante i calcoli è il seguente:

- Calcolo del profilo di rigurgito in condizioni subcritiche a partire dalle condizioni al contorno di valle
- Calcolo di un profilo di rigurgito in condizioni supercritiche a partire dalle condizioni di monte.
- Confronto tra i valori di carico specifico calcolati ai punti 1. e 2. .
- Se nelle condizioni di corrente supercritica il carico specifico è maggiore rispetto al carico specifico calcolato con l'ipotesi subcritica, allora la condizione supercritica è assunta per il calcolo del profilo verso valle. Se la condizione subcritica ha carico specifico maggiore allora ricerca della sezione a valle in cui si ha transizione lungo la profondità critica. Determinata tale profondità inizia il calcolo del profilo di rigurgito.
- Il profilo di rigurgito in condizioni supercritiche è calcolato nella direzione da monte verso valle sino a che si incontra una sezione per la quale le condizioni sub e super critiche sono entrambe valide. Si calcolano e si confrontano i carichi specifici nelle diverse condizioni. Se il carico specifico supercritico è superiore allora il calcolo del profilo procede verso valle sempre come supercritico. Quando il calcolo fornisce un valore di carico specifico subcritico maggiore allora si localizza la sezione di transizione.

Introdotta la geometria delle sezioni principali che caratterizzano la geometria dell'alveo, è stata sempre adottata la regola di eseguire l'interpolazione fra due sezioni successive note, al fine di facilitare qualitativamente il calcolo di Hec Ras. Normalmente è stato utilizzato un passo massimo fra queste sezioni non superiore a 3.0 metri. Ad esecuzione avvenuta, in alcune occasioni, le sezioni ottenute tramite interpolazione sono state eliminate al fine di una più chiara rappresentazione grafica.

3.3.3.2 Verifiche idrauliche relative al torrente Impero per alcuni tratti individuati negli ultimi 10.5 Km di percorso.

I tratti d'alveo cui si fa riferimento in questo paragrafo sono elencati nella **Tabella 3.3.3.2.a.** sono ubicati lungo l'asta dell'Impero fra la sezione 18 e la sezione 6.a. (si esclude la sezione 6, formata dalla briglia ubicata subito a monte del ponte dell'Autostrada, che sarà inclusa nel tratto finale dell'Impero). La tabella riporta anche l'area del relativo bacino imbrifero

ed i valori di portata utilizzati nei calcoli di moto permanente, nonché la portata secondo Cati (per completezza d'informazione si riportano anche le aree dei sottobacini fino alla foce dell'Impero).

Tabella 3.3.3.2.a – Elenco dei tratti indagati e sottoposti a verifica in moto permanente					PORTATE			
Aree corrispondenti dei bacini imbriferi e portate di piena utilizzate.					(m ³ /s)			
Sezione N°	Nome identificativo della sezione di chiusa	Area N°	Increment. Area (km ²)	Area totale del bacino di influenza (km ²)	Q50	Q200	Q500	Q Cati
17 IM (CH)	Ponte pietra Chiusavecchia	3	0.69	52.9	460	660	800	
16 IM (CH)	Gombi del Candellero	4	8.56	61.4	460	660	800	841
15 IM (CH)	Ponte per Sarola	5	2.18	63.6	460	660	800	
14 IM (CH)	Gombi di Riccio	7	3.80	67.4	460	660	800	887
12C IM(PO)	Campo calcio	8	6.13	74.7	580	830	1000	930
12 IM (PO)	Ponte a Pontedassio	8	6.13	74.7	580	830	1000	930
11 IM (PO)	Area S. Lucia 2 (PO)	9	3.77	78.4	580	830	1000	1028
10 IM (PO)	Area S. Lucia (PO)	10	0.05	78.5	580	830	1000	
9 IM (PO)	Trony – Ipervallée	11	0.88	79.4	580	830	1000	1028
8 IM (IM)	SASA	12	3.55	82.9	580	830	1000	
7 IM (IM)	Ponte per Borgo d'Oneglia	13	1.87	84.8	580	830	1000	
6 IM (IM)	Briglia a monte autostrada	15	2.11	88.6	580	830	1000	
5 IM (IM)	Autostrada	17	0.04	88.6	580	830	1000	
4 IM (IM)	Ponte ex Mattatoio	18	0.33	89.0	580	830	1000	1255
3 IM (IM)	FFSS	16	5.63	94.6	580	830	1000	1255
2 IM (IM)	Ponte S.S. Aurelia	19	0.00	94.6	580	830	1000	1255
1 IM (IM)	Ponte Vespucci	20	0.37	95.0	580	830	1000	1255

I suddetti tratti ed aree d'interesse sono riportati nella planimetria delle sezioni inserita negli allegati idraulici in scala 1:5.000. Nel seguito, per ogni zona individuata, si descrivono l'alveo e le aree limitrofe, si commenta la verifica idraulica eseguita e, se necessario, si definiscono e commentano le aree inondabili e le fasce fluviali individuate. Nelle descrizioni seguenti si ritrovano anche altri tratti, considerati come sottoposti solo ad indagini puntuali e/o preliminari (ad esempio per determinare in prima analisi il comportamento di un'opera in alveo, ma spesso insufficienti alla determinazione delle fasce fluviali); tali tratti sono stati considerati come non sufficientemente indagati e le sezioni di calcolo sono state rappresentate in maniera distinta nella planimetria delle sezioni idrauliche.

3.3.3.2.1 Sezione 18 IM (CH) - Ponte per Lucinasco e frazione di Garzi

(paragrafo modificato con DSG 143-2022)

Nel presente paragrafo sono distinte le valutazioni riportate nella precedente versione del Piano di Bacino da quelle relative alla Variante approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 143 del 15/12/2022. Si evidenzia che i testi relativi alla precedente versione non sono stati modificati in quanto restano validi per il tratto del torrente Impero a valle del ponte della S.P. n. 30 di Lucinasco, identificato 18 IM (CH) nella medesima versione.

Piano di Bacino nella versione precedente alla Variante approvata con D.S.G. n. 143 del 15/12/2022

Descrizioni alveo

Le fotografie dalla 18.a alla 18.m illustrano il tratto del torrente Impero attorno al ponte per Lucinasco, a monte del quale risiede lo stabilimento KERNEL.

Foto 18.a: vista dello stabilimento KERNEL dal ponte;

Foto 18.b: ingrandimento della zona centrale, in cui si nota il cortile localizzato a quota molto bassa rispetto al fondo alveo;

Foto panoramica 18.c: vista dello stesso soggetto dall'alveo;

Foto 18.d: a valle dello stabilimento KERNEL, prima del ponte, il t. Lavandero si immette nell'Impero;

Foto 18.e: rio Lavandero visto dal ponte interno alla Kernel;

Foto 18.f: vista del Lavandero da monte (da S.S. 28); lo stabilimento KERNEL è appena visibile nella parte più lontana;

Foto 18.g: vista del ponte per Lucinasco da monte in sponda dx. Si noti che a monte gli argini principali sono a quota del piano di calpestio del ponte

Foto 18.h: vista dal ponte per Lucinasco verso valle

Foto 18.i: vista della KERNEL e dell'Impero da monte (dalla S.S.28)

Foto 18.l: vista dall'interno della KERNEL della ristretta area inondabile

Foto 18.m: vista dall'interno della KERNEL della sponda sinistra, ripresa dall'estremo di monte dell'area industriale.

È evidente che parte dello stabilimento suddetto risiede in area golenale (foto 18.a–18.c), dove la sezione dell'alveo è piuttosto ristretta. Si nota che la parte superiore del muro (foto 18.c) è stata lambita, se non invasa, dall'acqua degli eventi di piena più recenti (autunno 2000). Si vedano, infatti, i materiali residui leggeri trasportati dalla corrente (sacchetti di plastica: se ne vede almeno uno chiaramente in sinistra, sullo sfondo roccioso) e fermati dalla vegetazione in alveo, impigliati ai rami alla stessa altezza della sommità del muro basso di recinzione dello stabilimento.

Quest'area inondabile presunta (visibile anche in figura 18.l ed avente uno sviluppo longitudinale di circa 30 metri lungo il torrente), in cui sono sistemate alcune infrastrutture impiantistiche, tuttavia, è circonscritta da una recinzione metallica, ed appare ad accesso limitato anche dall'interno dello stabilimento medesimo, infatti è solamente raggiungibile dall'alto con una rampa di scale di circa tre metri d'altezza. Sembrando sensato valutare che l'acqua di piena non potrà raggiungere mai l'elevatissima sommità del muro della costruzione dello stabilimento, si è deciso di non procedere al rilevamento della zona ed all'analisi idraulica.

Si noti che l'area della KERNEL non risulta fra quelle storicamente inondate.

Verifica idraulica

Una simulazione matematica con HEC RAS è stata eseguita per un tratto a cavallo del ponte per Lucinasco (sez.18 IM(CH)) rappresentato in foto 18.g. Per questa verifica è stato adottato il coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.035$, che pare appropriato per le condizioni dell'alveo roccioso e cosparso di copiosa vegetazione. I risultati del calcolo sono sintetizzati dalle rappresentazioni del profilo longitudinale e dalle sezioni negli allegati idraulici. Essendo unica la geometria della sezione utilizzata nel calcolo, il tipo di verifica idraulica applicata è piuttosto di moto uniforme. Tuttavia la zona in esame non comporta esondazioni di nessun tipo per qualsiasi portata eccezionale ipotizzabile, ed osserva margini di sicurezza molto ampi, anche in corrispondenza dei circa tre metri di rigurgito causati dalla presenza delle colonne del ponte.

Note:

1. Nel profilo l'argine è superato dalla superficie della corrente in corrispondenza della sez. S18, molto prossima al ponte. Tuttavia questo straripamento in realtà non avviene, infatti si tratta solamente di un effetto dovuto alla modellazione

approssimata della geometria dell'alveo: come riscontrabile dalle foto, in prossimità del ponte, ambo gli argini principali raggiungono una quota prossima a quella di calpestio del ponte.

2. Nel profilo di rigurgito, invece, la quota dell'argine cui corrisponde lo stretto e breve cortile della Kernel, non è stato identificato con la sommità dell'argine sinistro del torrente, per cui l'esondazione non è evidente.

Aree inondabili

C'è soltanto un'area inondabile, rappresentata dal cortiletto sopra citato. La sua estensione è ovviamente costante per ogni tirante idrico che può invaderlo.

Variante al Piano di Bacino approvata con D.S.G. n. 143 del 15/12/2022

Con la Variante al Piano di Bacino approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 143 del 15/12/2022, è stata approfondita la modellazione monodimensionale del deflusso in alveo per le portate con tempo di ritorno 50, 200 e 500 anni nei seguenti tratti di corsi d'acqua, indicati procedendo da monte verso valle:

- torrente Impero: tratto di lunghezza pari a circa 0,70 [km], compreso tra una briglia esistente e il ponte della S.P. n. 30 di Lucinasco, identificato 18 IM (CH) nella versione precedente del Piano di Bacino;
- rio Lavandero (affluente di sinistra del torrente Impero): tratto di lunghezza pari a circa 0,17 [km], compreso tra il ponte della N.S.A. n. 342 – Variante di Chiusavecchia (ex S.S. n. 28 del Colle di Nava) e la confluenza con il torrente Impero.

Si evidenzia che l'area delimitata dalla confluenza tra il torrente Impero e il rio Lavandero, già indicata area "Kernel" nella versione precedente del Piano di Bacino, è di proprietà / in concessione alla società Fratelli Merano S.p.A..

Si evidenzia altresì che, nella versione precedente del Piano di Bacino, il rio Lavandero non era studiato dal punto di vista idraulico.

Con la suddetta variante, il modello idraulico è stato implementato considerando la confluenza tra il corso d'acqua principale e il suo affluente.

Le portate al colmo di piena sono state valutate in conformità all'Allegato 2 delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino per i tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni, considerando due diversi scenari.

Il primo scenario ha ipotizzato la variazione di portata nel torrente Impero in corrispondenza della confluenza con il rio Lavandero, tenendo conto della differenza di superficie del bacino sotteso dalle sezioni del corso d'acqua principale a valle e a monte della medesima confluenza. Il rio Lavandero è stato pertanto modellato con la portata derivante dalla

differenza tra le portate di valle e di monte del torrente Impero, riportate nella seguente tabella estratta dallo studio idraulico.

Tabella 3.3.3.2.b: Portate del torrente Impero, a monte e a valle della confluenza con il rio Lavandero.

	A monte della confluenza	A valle della confluenza
T = 50 anni	$Q_{50} = 359,5 \text{ mc/s}$	$Q_{50} = 379,2 \text{ mc/s}$
T = 200 anni	$Q_{200} = 520,2 \text{ mc/s}$	$Q_{200} = 548,6 \text{ mc/s}$
T = 500 anni	$Q_{500} = 625,8 \text{ mc/s}$	$Q_{500} = 660,0 \text{ mc/s}$

Nello specifico, effettuata la differenza tra i valori riportati in tabella, il primo scenario ha considerato le seguenti portate per il rio Lavandero: $Q_{50} = 19,7 \text{ [m}^3/\text{s]}$, $Q_{200} = 28,4 \text{ [m}^3/\text{s]}$, $Q_{500} = 34,2 \text{ [m}^3/\text{s]}$.

Il secondo scenario, invece, ha ipotizzato la variazione di portata nel torrente Impero a monte e a valle della confluenza con il rio Lavandero, considerando la portata derivante dal calcolo del bacino imbrifero dello stesso affluente per i diversi periodi di ritorno: $Q_{50} = 55,3 \text{ [m}^3/\text{s]}$, $Q_{200} = 80,1 \text{ [m}^3/\text{s]}$, $Q_{500} = 96,3 \text{ [m}^3/\text{s]}$. Per il torrente Impero, la portata a valle della confluenza è stata assunta, per i diversi periodi di ritorno, pari a quella riportata nella suddetta tabella, mentre la portata di monte è stata ottenuta sottraendo alla medesima portata di valle la corrispondente portata del rio Lavandero nel secondo scenario, poc'anzi citata.

Le modellazioni idrauliche sono state eseguite impiegando lo schema di corrente monodimensionale in condizioni in moto permanente gradualmente variato attraverso il software Hec-Ras 4.1.0, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, per il torrente Impero è stata assunta la profondità critica sia a monte sia valle, considerata la presenza di due evidenti discontinuità idrauliche, ossia la briglia a monte e il ponte della S.P. 30 a valle. Parimenti, per il rio Lavandero è stata assunta come condizione di monte la profondità critica, in corrispondenza del ponte della ex S.S. n. 28.

Nelle modellazioni idrauliche, per il torrente Impero è stato assunto un coefficiente di scabrezza n (coeff. di Manning) pari a $0,033 \text{ [s/m}^{1/3}]$, corrispondente a K_s (coeff. di Gauckler-Strickler) = $30 \text{ [m}^{1/3}/\text{s]}$, sia per il fondo alveo sia per le sponde naturali. In corrispondenza dell'arginatura in calcestruzzo in sponda sinistra (area Fratelli Merano S.p.A. – ex area "Kernel"), invece, è stato assunto un valore di n pari a $0,025 \text{ [s/m}^{1/3}]$, corrispondente a $K_s = 40 \text{ [m}^{1/3}/\text{s]}$. Per il rio Lavandero, nell'intero tratto studiato il coefficiente di scabrezza è stato posto

pari a $0,033 \text{ [s/m}^{1/3}]$, corrispondente a $K_s = 30 \text{ [m}^{1/3}/\text{s}]$. Tali valori del coefficiente di scabrezza sono stati adottati in accordo con l'Allegato 1 alle Norme di Attuazione del Piano di Bacino.

Lo studio è stato inoltre accompagnato da un'analisi di sensitività del modello rispetto alla variazione dei parametri geometrici e idraulici di riferimento. In particolare, è stata analizzata l'influenza dei seguenti parametri e/o scenari sui risultati delle modellazioni idrauliche: variazione del coefficiente di scabrezza, ostruzioni parziali degli attraversamenti, variazione dei coefficienti di contrazione ed espansione in corrispondenza dei ponti.

Per quanto riguarda le fasce di inondabilità, lo studio idraulico di maggior dettaglio ha consentito la rimozione di due limitate fasce A lungo il torrente Impero, situate, rispettivamente, in sponda sinistra in corrispondenza dell'area Fratelli Merano S.p.A. (ex area "Kernel"), e in sponda destra subito a monte del ponte della S.P. n. 30. Più a monte, nell'area golenale all'interno della curva a raggio ridotto in sponda destra del torrente Impero, è stata mantenuta la perimetrazione delle fasce di inondabilità A e B, e della fascia di riassetto fluviale, già mappate nella precedente versione del Piano di Bacino.

Inoltre, a seguito dello studio idraulico eseguito ex-novo sul tratto del rio Lavandero, è stata perimetrata la fascia C nelle aree perifluviali su entrambe le sponde del medesimo corso d'acqua.

3.3.3.2.2 Sezione 17 IM (CH) – Chiusavecchia-Borgoratto - Tratto a monte del ponte in pietra, fino ad immissione di rio Maddalena

Descrizione alveo

Foto 17.a: ponte di pietra

Foto 17.b: vista dal ponte verso monte

Foto 17.c: vista dal ponte verso valle

Foto 17.d: vista alveo Impero da confluenza di Rio Maddalena verso monte; si scorge il ponte in pietra in lontananza; all'angolo dx basso dell'immagine si intravede una rampa verso l'alveo.

Foto 17.e: come sopra, vista da qualche metro a valle; vista argine dx;

Foto 17.f: vista argine destro Impero da confluenza di Rio Maddalena, vs. valle

Foto 17.g: vista verso monte dello sbocco del Rio Maddalena nell'Impero

Foto 17.h: vista dalla S.S.28 dell'ansa dell'Impero a valle di Chiusavecchia a circa 300 m dalla confluenza con il Rio Maddalena; si nota sullo sfondo il Paese di Chiusavecchia.

La quota dell'argine ai piedi dell'operatore (foto 17.a, bordo della strada lungo il torrente in dx) ha un'altezza relativa al fondo alveo di circa 4.5 metri.

La quota del piano di posa della vecchia costruzione in sinistra (foto 17.b, costruzione oggi non abitata), ha un'altezza relativa al fondo alveo di circa 3 metri.

Da un attento esame di foto 17.c si nota materiale vegetale accumulato contro i tronchi delle piante sull'argine destro, certamente da attribuirsi ai recenti eventi di piena verificatisi nell'autunno del 2000.

Verifica idraulica in corrispondenza del ponte

L'alveo è stato rilevato con rilievo celerimetrico il 15/06/2001, per un tratto di circa 190 metri a cavallo del ponte in pietra di Chiusavecchia (Sez. 17_IM(CH), partendo con una sezione un poco a monte della vecchia abitazione abbandonata della foto 17.b, fino ad arrivare in fondo al tratto d'alveo visibile in fotografia 17.c (in corrispondenza di una sezione già una ventina di metri circa oltre l'inizio della curva del torrente).

Le sezioni rilevate sono state sei in totale, e sulla loro base ne sono state definite altre per descrivere in dettaglio la geometria tridimensionale del tratto di corso d'acqua in analisi, per cui è stato adottato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m = 0.035$.

Si tenga presente che il fondo dell'alveo presenta tratti di roccia a vista, specialmente fra il ponte ed i 50 metri successivi. Pertanto il ponte e le costruzioni che formano l'argine in sinistra a cavallo del ponte stesso, sono fondati su roccia (si noti, per es., roccia affiorante in foto 17.c, a sinistra in basso).

La verifica idraulica è stata eseguita per le portate eccezionali $Q_{50}=460$, $Q_{200}=660$ e $Q_{500}=800$ m³/s.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dal profilo longitudinale e dalle sezioni degli allegati idraulici brevemente commentati nel seguito.

Come osservabile dai profili di rigurgito relativi a tutti e tre i tempi di ritorno considerati, il deflusso avviene in condizioni di regime subcritico per il tratto a monte del ponte, ed in regime prossimo al critico per il tratto a valle.

La presenza del restringimento di sezione in corrispondenza del ponte crea un rigurgito a monte dell'opera stessa, con innalzamento del pelo libero alle quote relative di circa -2.10, -1.0 e -0.20 m che si trasmettono verso monte alle sezioni più lontane, creando esondazione sulla strada in destra e nelle campagne in sinistra, con notevoli tiranti idrici (dal calcolo si stimano ben 2.5 – 4.2 metri di tirante al di sopra del piano stradale, mentre in sinistra la duecentennale porterebbe la superficie dell'acqua circa al livello del pavimento dell'ultimo piano della casa abbandonata riportata in foto 17.b).

A valle del ponte, invece nessuno dei tre profili appare completamente verificato in considerazione anche della insufficienza dei franchi di sicurezza.

Il ponte dal punto di vista della verifica idraulica pare non verificato nei confronti dell'evento Q200, se si considera che il rapporto fra la luce libera residua dell'arco toccato dalla superficie libera della corrente e la luce totale netta è minore di 2/3.

Verifica idraulica in corrispondenza della foce del rio Maddalena

La zona di sbocco del rio Maddalena è riportata come storicamente inondata. Dal sopralluogo appare che (foto 17.g) gli argini sono di recente costruzione ed uniti da un ponte.

Dato il discreto salto di quota esistente alla confluenza dei due corsi d'acqua fra il fondo alveo dell'affluente e quello dell'Impero, non dovrebbe esistere impedimento alcuno di afflusso delle acque di piena, e la causa dell'esondazione storica del rio Maddalena dovrebbe essere dunque ricercata in un'insufficienza della sezione del rio affluente stesso, oramai superata dai recenti lavori sopra descritti.

Tuttavia questa è soltanto un'ipotesi non verificata dai calcoli.

Aree inondabili

In seguito a quanto visto al paragrafo precedente, le aree inondabili attribuibili alle piene del torrente Impero si stima che comprenderanno quanto di seguito descritto.

- a. Per le portate Q50 – Q500, le strette aree allungate (350 metri circa) indicate in destra ed in sinistra a monte del ponte di pietra. Le acque fuoriuscite dall'alveo avranno sfogo anche nei cortili delle abitazioni presenti in sponda destra presso il ponte. Il calcolo indica tiranti idrici di 3 – 4.8 metri circa sul piano stradale in destra, e addirittura di quasi due metri più elevati sul terrazzamento su cui poggia la casa della foto 17.b.
- b. La striscia a valle del ponte di pietra in destra per la portata Q200, riguarda una porzione del terreno agricolo di foto 17.c: l'acqua nel calcolo non supera la quota del muretto in pietra, ma potrebbe facilmente infiltrarsi.
- c. La striscia a valle del ponte di pietra in sinistra è interessata dall'esondazione della portata Q50, che raggiunge circa 100 centimetri per la Q200. Questa striscia inondabile di tipo A causata direttamente dalle acque dell'Impero, si affianca all'area inondabile di tipo A* descritta al punto che segue.

Alle tre fasce inondabili A – C stimate ai punti precedenti si attribuisce estensione coincidente, perché questa precisione è commisurata alla cartografia a disposizione.

- d. L'area storicamente inondata che si osserva occupare l'abitato di Chiusavecchia, fu probabilmente causata da un evento di piena dei rii minori ubicati in sinistra, che attraversato l'abitato tramite fognature d'acqua bianca, confluiscono nell'Impero. L'otturazione parziale o totale di strette sezioni di deflusso facilmente occorrenti durante

le forti precipitazioni, oltre ad una insufficienza progettuale di tali scarichi, potrebbero essere indicate fra le cause più probabili delle passate esondazioni. Quest'area resta assegnata alla fascia A*.

e.All'area inondata in passato alla foce del rio Maddalena, è stata assegnata la fascia A*. Si fa però notare che in tal modo la distanza media di rispetto dall'alveo è di circa 20 metri: se invece essa fosse stata considerata semplicemente non indagata (come infatti potrebbe essere considerata) la stessa fascia di rispetto sarebbe incrementata a 40 metri.

3.3.3.2.3 Sezione 16 IM (CH) - Gombi del Candellere e Rio Olivastri

Descrizioni alveo

Foto 16.a: vista del rio Candellere dalla S.S.28 verso monte.

Foto 16.b: vista del rio Candellere dalla S.S.28 verso valle, alla confluenza con l'Impero; si noti la gabbionata in destra di recente costruzione a formare il restringimento d'alveo alla confluenza (imbuto), ed il materiale in via d'accumulo al di sopra della gabbionata stessa.

Foto 16.c: vista del rio Candellere dalla S.S.28 verso valle, alla confluenza con l'Impero (visibile in estrema destra della foto); si nota il recente intervento di realizzazione di gabbionata in sinistra, ed il tetto bianco della discoteca "Pacific" che occupa l'immagine in primo piano.

Foto 16.d: vista dello sbocco del rio Candellere nell'Impero.

Foto 16.e: vista verso monte dalla posizione di ripresa di foto 16.d; s'intravede il ponte della S.S.28 a lato della casa bianca, mentre si scorge appena la discoteca "Pacific" sulla destra.

Foto 16.f: vista del tratto verso valle lungo l'Impero ancora da medesima postazione come sopra;

Foto 16.g: vista simile alla precedente, ma con argine sinistro recentemente sopraelevato con terrapieno in evidenza; la sua realizzazione ha comportato notevole riporto di materiale.

Foto 16.h: vista della sponda destra alla confluenza con il rio Olivastri; si noti il recente intervento di realizzazione di gabbionate d'argine in sinistra, e le soglie che creano "salti" nell'alveo dell'affluente. In sponda sinistra è recentemente stato innalzato un nuovo argine in materiale sciolto.

La zona ripresa dalle fotografie 16.a - 16.g è indicata sull'apposita carta come storicamente inondata (sponda sinistra). Tuttavia, in seguito agli interventi realizzati di cui si è fatta menzione nella descrizione delle fotografie, tale area si trova ora, come confermato dalla verifica idraulica, in condizioni di sicurezza.

La foto 16.h mostra, in corrispondenza della confluenza con il rio Olivastri un arginello in materiale sciolto di recente realizzazione in sponda sinistra. Dunque, dove prima dell'intervento

l'alveo naturale s'allargava, ora esso è invece limitato dalla presenza del nuovo argine. La sezione corrispondente a questo tratto non è stata verificata con il calcolo idraulico.

Il ponticello ritratto nelle foto 16.f e 16.g, infine, sembrerebbe non in grado di sopportare eventi di piena.

Verifica idraulica

Il 20/06/2001, assieme ad altre dimensioni di dettaglio, sono state rilevate due sezioni che distano reciprocamente circa 180 metri. Una sezione è situata subito a valle della confluenza con il rio Gombi del Candellere, l'altra è ubicata in corrispondente dell'allineamento di monte del ponte-passerella (Sez. 16_IM(CH)). Le misure di collegamento fra queste sezioni mostrano che la pendenza media del tratto vale $i=0.86\%$. Sono state poi definite diverse altre sezioni che hanno permesso di descrivere abbastanza in dettaglio la geometria tridimensionale del tratto di corso d'acqua in analisi. Per questo tratto d'alveo, inoltre, è stato adottato un coefficiente di Manning pari a $m = 0.030$, che pare interpretare al meglio la scabrezza dell'alveo.

La verifica idraulica è stata eseguita per le portate eccezionali $Q_{50}=460$, $Q_{200}=660$ e $Q_{500}=800$ m³/s.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dal profilo longitudinale e dalle sezioni degli allegati idraulici brevemente commentati nel seguito.

Come è osservabile dai profili di rigurgito relativi a tutti e tre i tempi di ritorno considerati, il deflusso avviene in condizioni di regime subcritico per il tratto a monte del ponte, poi la corrente, divenuta veloce in corrispondenza del ponte, tende al regime critico allontanandosi verso valle.

Sia la presenza della pila del ponte sia quella della costruzione in alveo in sin, che riducono l'area della sezione bagnata imponendo ostacoli alla corrente, contribuiscono a creare un rigurgito verso monte partendo dalla sezione 16.129 (parete di monte dell'edificio), che si trasmette verso monte alle sezioni più lontane, mantenendo un livello d'acqua quasi costante, con innalzamento del pelo libero che raggiunge quote relative comprese fra circa -3.10 e -4.30 metri (per le tre portate di piena considerate). Questo rigurgito crea esondazione sulla destra, inondando una ristretta striscia di campagna compresa fra l'alveo e le pendici della collina adiacente, con tiranti idrici notevoli, mentre in sinistra l'elevato riporto di recente costruzione contiene la piena con ampio margine di sicurezza (la quota d'argine alla sez. 6.13 in sin è fittizia: in realtà essa è molto superiore; si osservi la foto 16.g).

Fra la sez. 16.105 (pochi metri a monte del ponte) e la sezione 16.129 l'elevato pendio (scosceso a circa 45°) che forma la sponda sinistra, è sostituito dalla parete verticale del muro della vecchia costruzione della foto 16.g. Dal profilo di rigurgito si valuta che in questo tratto la superficie dell'acqua s'elevi al di sopra del piano del ponte di $1.8 - 2.4$ metri circa (2.20 m per l'evento duecentennale). Si può notare dalla fotografia 16.g, che questo intervallo verticale

corrisponde approssimativamente alla banda scura sulla parete dell'abitazione, subito al di sopra del muro d'argine grigio in cls.

Infine a valle del ponte la corrente del profilo esonda su ambo i lati, ma questa zona non è stata indagata e non se ne conosce la geometria che approssimativamente.

Aree inondabili

Come già riportato al capitolo precedente, il rigurgito dovuto ai restringimenti di sezione in corrispondenza del ponte e dell'abitazione in alveo creano esondazione in destra di una striscia di campagna compresa fra l'alveo e le pendici della collina adiacente, con tiranti idrici stimati 1.8 – 2.6 metri al di sopra della sponda destra.

La costruzione dell'argine in sinistra in corrispondenza della porzione d'area storicamente inondata situata a monte dello stabilimento CONAD – IMPERIAFRIGO (sulla sponda opposta dell'immissione del rio Olivastri, argine ripreso nelle foto 16.h e 16.i) probabilmente non è sufficiente ad evitare l'inondazione di piena. Il tratto non era stato indagato e l'area adiacente era stata inizialmente conservata come A*

In seguito, a fronte dell'effettuazione di un'indagine di maggior dettaglio, successiva alla realizzazione di un intervento di risistemazione, tale area ha subito una ripermetrazione e riclassificazione come fascia cinquecentennale. Per eventuali approfondimenti si rimanda agli allegati idraulici.

3.3.3.2.4 Tratto magazzini CONAD-IMPERIAFRIGO, stabilimento ITALGRAF

Descrizioni alveo

Foto panoramica 16.i: proseguendo verso valle s'incontra, subito dopo la confluenza con il rio Olivastri, il capannone comune CONAD – IMPERIAFRIGO, in sinistra;

Foto panoramica 16.l: ripresa dall'alto dello stabilimento ITALGRAF effettuata da Sarola (situata in sponda destra: il torrente scorre da sinistra a dx della foto);

Foto panoramica 16.m: ripresa dell'alveo verso monte dall'interno dello stabilimento ITALGRAF (estremo a monte);

Foto panoramica 16.n: ripresa dell'alveo verso valle dall'interno (da estremo a monte) dello stabilimento ITALGRAF;

Foto 16.o: ripresa dell'alveo in sezione dall'interno dello stabilimento ITALGRAF (estremo Nord); parte della vegetazione è stata piegata dalla corrente delle recenti piene (autunno 2000).

Dalla foto 16.i si nota che il terrapieno attorno al capannone ha occupato l'alveo in sinistra, che prosegue sullo stesso allineamento del nuovo argine della foto 16.h. L'alveo così ristretto non è stato verificato da un calcolo idraulico, tuttavia l'impressione è che l'acqua di piena possa eventualmente superare almeno la quota dell'argine nuovo e del terrapieno nel

tratto di monte di figura 16.i, se non anche quello del piano di calpestio del capannone circa 100 cm più elevato.

Per quello che concerne l'ITALGRAF, invece, testimonianze raccolte in sito hanno riportato che, in concomitanza di un evento di piena nel 1998 e di due eventi successivi nell'autunno 2000, l'acqua di piena si sia elevata a sufficienza per invadere con tiranti idrici minimi (circa 10-20 cm) il selciato del piazzale che s'intravede nelle foto m ed n, (estremo Nord dello stabilimento).

Verifica idraulica

Il 20/06/2001 sono state definite tre sezioni che distano reciprocamente circa 70 e 34 metri, di cui quella intermedia è situata in corrispondenza dell'inizio del fabbricato industriale che si intravede in fotografia 16.n. La pendenza media fra le ultime due sezioni di valle è stata stimata circa $i = 3.3\%$.

Su questa base ed altre osservazioni, sono state definite diverse altre sezioni utilizzate per la verifica idraulica.

Per quel che riguarda la resistenza all'avanzare della corrente in alveo, è stata espressa tramite coefficiente di Manning distinti fra il canale principale caratterizzato da trovanti di 20 – 100 cm ($m=0.045$) e le sponde ricche di vegetazione sia arborea che cespugliosa ($m=0.06$).

La verifica idraulica è stata eseguita per le portate eccezionali $Q_{50}=460$, $Q_{200}=660$ e $Q_{500}=800$ m³/s.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dal profilo longitudinale e dalle sezioni negli allegati idraulici e brevemente commentati nel seguito.

Il profilo di rigurgito mette in evidenza che la corrente è sempre in condizioni critiche, che esonda in destra lungo circa 2/3 del tratto terminale di percorso per tutte le portate del calcolo, mentre sfiora solamente l'esondazione in sinistra, al livello del cortile dell'Italgraf, nel caso di Q_{200} e Q_{500} .

L'esondazione in dx va ad interessare il terrazzamento coltivato della fascia più bassa che si vede nelle foto 16.m e 16.o, mentre la "esondazione sfiorata" in sinistra corrisponde ad un leggero cambiamento di pendenza (che aumenta) alla sezione 16.04.

Quest'ultimo particolare di calcolo bene si collega alla testimonianza d'inondazione con "tiranti idrici minimi" riportata nel precedente paragrafo descrittivo. Nel tratto finale, infine, la verifica indica che la corrente si allontana dalla sommità dell'argine sinistro.

Aree inondabili

L'area occupata dall'ITALGRAF è storicamente inondata. Per quanto sopra verificato viene ora classificata come fascia inondabile di tipo B.

3.3.3.2.5 Sez. 15 IM (CH) - Ponte per Sarola

Descrizioni alveo

Foto panoramica 15.a: vista dell'alveo verso monte dal ponte per Sarola;

Foto 15.b: vista dell'alveo verso valle dal ponte per Sarola

Foto panoramica 15.c: vista verso monte del ponte per Sarola dalla statale.

Nella foto 15.a si nota un ragguardevole riempimento recente in sinistra (circa 8 metri d'altezza); dalla foto 15.b si nota invece riporto di materiale in corso in destra. In ambo i casi trattasi d'eliminazione d'area golenale.

Verifica idraulica

La sezione del ponte per Sarola (sez. 15_IM(CH)) è stata verificata con il calcolo idraulico allegato, per il quale è stato adottato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.030$.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dal profilo longitudinale e dalle sezioni degli allegati idraulici. Essendo la geometria utilizzata nel calcolo a sezione unica, il tipo di verifica idraulica eseguita è, per alcuni aspetti, piuttosto vicino a quello di moto uniforme.

Come si vede dal modello, comunque, la presenza del ponte impone la spessa pila in alveo, che a sua volta crea un regime di corrente lenta a monte e veloce a valle del ponte stesso.

A monte del ponte ed in sinistra, per Q500, il livello raggiunto dalla corrente sembra minacciare inondazione, tuttavia il tratto d'argine in questione, foto 15.a, è stato recentemente elevato fino al piano di calpestio del ponte e non corre più alcun pericolo d'essere invaso dalle acque.

Sebbene l'introduzione d'una geometria d'alveo più fedele di quella utilizzata avrebbe forse potuto condurre a stimare quote di pelo libero più elevate di quelle presentate, si ritiene comunque che, dato lo stato attuale dei luoghi, esse non dovrebbero comunque minacciare più, ormai, alcunché a monte del ponte.

A valle del ponte l'altezza della sponda destra attuale, invece, sembra insufficiente al contenimento delle piene; ma anche in questo caso, come già evidenziato, ci sono lavori in corso per la formazione di un nuovo rilevato, e quindi, probabilmente, anche da questa parte si creeranno le condizioni per la definitiva messa in sicurezza della zona.

La verifica di calcolo eseguita, tuttavia, data la limitata estensione dell'indagine, non è stata ritenuta sufficiente a determinare fasce fluviali associate ai diversi periodi di ritorno, se ci possa essere esondazione nella zona presunta a valle del ponte in destra e neppure se il regime di corrente lenta instaurato a monte del ponte sia o meno in grado di creare un rigurgito verso monte tale da influenzare direttamente i livelli elevati in corrispondenza delle aree di

ITALGRAF e d'IMPERIA FRIGO, situati circa 400 metri a monte del ponte per Sarola dopo due anse (dove esistono, come descritto in precedenza, sezioni idrauliche insufficienti e costruzioni situate a circa dieci metri dall'argine sinistro).

Tali questioni potrebbero avere una risposta da una verifica idraulica del tratto d'alveo fra il rio Olivastri ed una sezione posta all'estremo sinistro della foto 15.c. Occorre, a tal fine, un opportuno rilievo topografico.

La verifica effettuata, per le considerazioni di cui sopra è ritenuta di carattere puntuale ed il tratto non è stato considerato come sufficientemente indagato.

Aree inondabili

Esiste un'area storicamente inondata fra le sezioni 15 e 14 che include anche la zona in destra a valle del ponte in fase di elevazione e sopra descritta.

Quest'area viene confermata inondabile e classificata in fascia A*.

3.3.3.2.6 Sezione 14 IM(CH) - Gombi di Riccio - Stabilimenti CONAD ed EUROEMME **Descrizione alveo**

Foto 14.a: vista dalla strada per Sarola dei capannoni CONAD ed EUROEMME

Foto 14.b: vista dalla S.S.28 del rio Viesci alla confluenza con l'Impero;

Foto 14.c: vista dalla S.S.28 degli stabilimenti e del viadotto che li sovrasta;

Foto 14.d: veduta del viadotto da valle: le due pile in alveo sono poste diagonalmente rispetto alla corrente;

Foto 14.e: veduta verso monte da viale lungo alveo;

Foto 14.f: veduta come sopra della sponda in destra, su cui passa una strada;

Foto 14.g: veduta verso valle da viale lungo alveo;

Foto 14.h: come foto 14.e, alveo a monte dei capannoni: la zona presenta erosione in atto della sponda destra, ed è anche prossima all'esonazione in sinistra;

Foto 14.i: la stessa zona come sopra vista da vicino: si scorge una struttura tubolare trascinata in alveo dai recenti eventi di piena;

Verifica idraulica

Una simulazione matematica con HEC RAS è stata eseguita in corrispondenza del nuovo ponte del nuovo tratto della S.S.28 (sez. 14_IM(CH)), rappresentato nelle foto 14.c, 14.d, per la quale è stato adottato il coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.035$. Nella simulazione il ponte è stato disposto normalmente alla corrente.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dalle rappresentazioni del profilo longitudinale e dalle sezioni riportate negli allegati idraulici.

Essendo unica la geometria della sezione utilizzata nel calcolo, il tipo di verifica eseguita è forse più prossima ad un moto uniforme che ad uno permanente. Per contro le due

pile in alveo sono state disposte sullo stesso allineamento, particolare che in qualche misura compensa la semplificazione precedente di “quasi” moto uniforme.

Secondo i risultati, inoltre, la zona in esame non sarebbe esposta a esondazioni per nessuna delle portate eccezionali ipotizzate, anche in corrispondenza dei circa due metri di rigurgito causati dalla presenza delle colonne del ponte, per cui esiste sempre un franco di sicurezza superiore al minimo richiesto, anche nei confronti della strada in destra relativamente bassa.

Data la limitatezza dell'indagine (più significativa ai fini della verifica del comportamento dell'opera in alveo che ai fini della perimetrazione delle fasce fluviali), tuttavia, si è ritenuto più corretto considerare il tratto come non sufficientemente indagato.

Aree inondabili

Non esistono aree inondabili definite nel tratto sopra descritto, tuttavia, come esposto nella descrizione delle fotografie 14.h e 14.i, la zona a monte dei capannoni è in fase di erosione nei periodi di piena, e potrebbe anche essere inondabile in sinistra da un evento superiore a quelli recentemente occorsi.

La zona, tuttavia, è non verificata da sufficiente calcolo idraulico.

Un'area storicamente inondata è invece riportata in corrispondenza dell'immissione del rio Viesci, situata subito a valle del nuovo ponte della S.S.28: i campi adiacenti l'affluente furono inondati dalle acque di piena dell'affluente e l'occorrenza potrebbe sempre ripresentarsi. Pertanto quest'area è stata riportata nelle aree inondabili classificata come A*.

3.3.3.2.7 Sezione 13_IM(PO) - Ponte della S.S.28 - variante

Descrizione alveo

Foto 13.a: vista dell'alveo verso monte dal ponte;

Foto 13.b: vista dell'alveo verso valle dal ponte;

Foto 13.c: vista del ponte da valle;

L'abitazione di recente ricostruzione di foto 13.b, è ubicata sull'argine sinistro, al limite dell'alveo catastale, in zona presumibilmente inondabile in seguito alla riattivazione delle piene.

Il nuovo ponte presenta una pila in mezzzeria d'alveo, e raccorda due strade che corrono parallele all'alveo stesso sui due argini opposti, ad una quota relativa di una dozzina di metri dal fondo scarpata.

Verifica idraulica

In corrispondenza del ponte sulla S.S.28-variante (sez. 13_IM) è stata eseguita una simulazione in moto permanente con l'utilizzazione di HEC RAS, per la quale è stato adottato il

coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.03$, al fine di determinare la criticità dell'opera in alveo.

I risultati del calcolo sono sintetizzati dalle rappresentazioni del profilo longitudinale e dalle sezioni riportate negli allegati idraulici.

L'ostacolo della pila del ponte instaura un regime di corrente lenta a monte e veloce a valle, in ambedue i casi prossimi a corrente critica con un tirante idrico di circa 3.5 metri.

Può essere osservato che le sezioni successive nel calcolo sono mantenute invariate. Con riferimento alla zona, in questo caso l'approssimazione suddetta è troppo lontana dalla realtà, in quanto le sezioni successive dell'alveo variano molto passando dalla zona di monte a quella di valle del ponte stesso. Inoltre, la sezione in corrispondenza dell'abitazione è drasticamente più stretta rispetto a quelle che la precedono, e quest'ultimo fattore non è trascurabile ai fini di un corretto tracciamento del profilo idraulico.

Si aggiunga a questo che le sezioni sono state tracciate sul modello di calcolo come se l'alveo attivo si estendesse dal ciglio di ognuna delle strade poste sugli argini, assunzione che, pur portando a risultati tali da far concludere con sufficiente sicurezza che tali strade risultano non inondabili, non può assumersi come rispondente alla realtà: all'interno di quelle sezioni si trovano aree (evidenti in foto 13b in sponda sinistra) di proprietà privata e ben al di sotto del livello delle strade.

Tuttavia si può concludere che, trascurando il dettaglio dei rischi che potrebbe correre l'abitazione in alveo, le sponde del torrente sono talmente elevate che la zona non può andare incontro a rischi d'esonazione sulle strade in adiacenza agli argini.

Aree inondabili

Si stima che vi sia un'area inondabile nel tratto sopra descritto, indicata sulla carta delle fasce fluviali come a* (data la verifica idraulica puntuale ritenuta insufficiente a ritenere il tratto indagato), ricomprendente porzioni di terreno non appartenenti né all'alveo né al demanio.

3.3.3.2.8 Sezione 12 IM(PO) – Pontedassio

In questo paragrafo è presentato lo studio di verifica idraulica che copre il tratto della zona sportiva ubicata a Nord dell'abitato di Pontedassio, e quello successivo a cavallo dell'antico ponte di pietra.

In un primo momento lo studio dei due tratti è considerato separatamente, ma in conclusione è possibile convergere ad un'unica soluzione.

Primo tratto - Sezione 12CC - Impianti sportivi

Descrizione alveo

Foto 12.a: vista del sito da presso la S.S.28 verso monte;

Foto 12.b: vista del sito da presso la S.S.28 verso valle;

Foto 12.c: vista dell'Impero e degli argini verso monte;

Foto 12.d: vista dell'Impero e degli argini verso valle;

Foto 12.e: vista degli argini verso valle ed abitato di Pontedassio sullo sfondo.

Verifica idraulica

Dai dati del progetto Provinciale delle opere eseguite lungo la sponda sinistra consistenti in muri d'argine (il 9 Gen 1997 le opere sono già state ultimate), è stata stralciata la geometria della sezione dell'alveo che, come si osserva dalle fotografie 12.c e 12.d, in prima approssimazione, può essere adottata come sezione tipo (costante) per un tratto di oltre 300 m. Dalla stessa fonte è stata anche stralciata la pendenza media del tratto, valutata $i=1.1\%$.

I risultati della verifica idraulica sono riportati sinteticamente negli allegati idraulici.

Da questi si legge che l'opera non è in grado di contenere le portate di piena cinquantennale con i sufficienti franchi di sicurezza previsti dal Piano, mentre le portate duecentennali e cinquecentennali esondano direttamente.

Secondo tratto - Sezione 12 IM (PO) - Ponte di pietra

Descrizione alveo

Foto 12.f e 12.g: vista dell'abitato di Pontedassio dalla strada per Bestagno;

Foto 12.h: vista dal ponte di pietra verso monte;

Foto 12.i: vista dal ponte di pietra verso valle;

Foto 12.l: vista del ponte da sponda sinistra.

Foto 12.m: vista del ponte da sponda sinistra.

Foto 12.l: vista da stessa postazione precedente verso monte.

Nella foto 12.i si possono notare (forse con qualche difficoltà) sacchetti di sabbia in sponda sinistra, accumulati all'imbocco di una apertura situata al di sopra del muro d'argine: appare così evidente che i recenti eventi di piena abbiano fatto temere gli abitanti d'inondazione minacciando l'abitato nella parte adiacente al torrente. Esondazione potrebbe verificarsi anche in destra, nella striscia formata dagli orti che costeggiano il torrente, in quanto l'argine principale in destra è leggermente più basso di quello in sin. In ogni caso, data la morfologia del territorio, è evidente che l'Impero non può minacciare direttamente l'abitato del paese nella sua parte sud: la responsabilità della fascia d'esonazione storica nell'abitato (si veda tavola 7) è da attribuirsi ai rii Rocca e Gaiella.

Verifica idraulica

Una simulazione con HEC RAS è stata eseguita in corrispondenza della sezione del ponte di pietra sopra illustrato (sez.12_IM), per la quale è stato adottato il coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.030$.

Come si osserva dalle fotografie 12.h e 12.i, in prima approssimazione la sezione dell'alveo nei pressi del ponte di pietra può essere adottata come sezione tipo (costante) per un tratto considerevole, sia a monte sia a valle dell'opera. In particolare verso monte, essa si può considerare inalterata proseguendo fino in corrispondenza del tratto degli impianti sportivi.

I risultati di calcolo sono sintetizzati dal profilo longitudinale e dalle sezioni negli allegati idraulici ed indicano che il deflusso ha carattere di corrente lenta a monte e di corrente veloce a valle del ponte.

I dislivelli delle superfici d'acqua creati fra monte e valle dell'opera sono ragguardevoli e variano fra circa 3.5 e 6 metri, rispettivamente per l'evento cinquantennale e quello cinquecentennale.

Dallo stesso grafico si capisce che il pelo libero a monte del ponte raggiunge quote ben superiori all'altezza del muro d'argine su ambo i lati, mentre la stessa cosa non succede a valle del ponte, dove la corrente veloce è sempre ben contenuta in alveo.

Conclusioni

La soluzione della verifica idraulica relativa alla sezione del ponte ha mostrato, in sintesi, che per l'evento cinquantennale si crea un rigurgito che si estende indefinitamente a monte delle pile, mantenendo il pelo libero ad un livello costante che si allinea 84 cm al di sopra della quota dell'intradosso della chiave dell'arco centrale (si veda tabella 12, considerando la quota relativa d'intradosso dell'arco centrale alla -0.10 metri). A valle, la corrente che esce dal restringimento creato dalle pile, è di tipo veloce.

Per gli eventi duecentennale e cinquecentennale, il rigurgito verso monte è stimato a quote del pelo libero più elevate della precedente, rispettivamente di 1,30 e 2,30 metri circa.

Le fotografie 12.m e 12.n allegate sono state scattate con l'obiettivo approssimativamente impostato alla quota dell'intradosso della chiave dell'arco di mezzo del ponte di pietra. Esse suggeriscono che la superficie dell'acqua, per l'evento cinquantennale, potrà superare il muro d'argine in sinistra della foto 12.m (visto verso valle) ed anche l'omonimo della foto 12.n (visto verso monte) fino agli impianti sportivi.

Con analoghe considerazioni rispetto ad altri punti, sono state individuate approssimativamente le aree inondabili riportate nella mappa che rappresenta la zona di Pontedassio.

Alla luce di quanto esposto, appare ovvio che la soluzione della verifica ristretta alla sola zona del campo sportivo è da considerarsi superata. Infatti la soluzione che considera il ponte di pietra la include, visto il rigurgito di corrente lenta che s'estende indefinitamente verso monte, che è indipendente dalla pendenza del fondo alveo corrispondente.

Aree inondabili

a) Alle aree inondabili del tratto sopra descritto è stata attribuita la stessa estensione per tutte le tre portate di verifica adottate. Si è giunti a questa conclusione in parte per la presenza dei terrazzamenti presenti nelle aree adiacenti all'alveo primario che delimitano superfici eguali a quote differenti, ed in parte perché all'accuratezza della valutazione visiva in relazione alla morfologia del territorio ed ai risultati del calcolo idraulico a disposizione non permettono una precisione maggiore.

b) L'area esondata storicamente nella parte sud dell'abitato urbano, causata dai rii Rocca e Gaiella (affluenti di sinistra), rientra in area inondabile di tipo A*.

3.3.3.2.9 Sezioni 10-11_IM(PO) - Comune di Pontedassio - Località S. Lucia e l'Isola**Descrizione alveo**

Foto 11.a: vista dell'Impero verso monte da località L'ISOLA (circa 120m a monte del viadotto della nuova SS.28);

Foto 11.b: vista sponda dx da località L'ISOLA (circa 120m a monte del viadotto della nuova SS.28);

Foto 11.c: vista verso valle da località L'ISOLA (circa 120m a monte del viadotto della nuova SS.28), il capannone in sin. è della S.A.I.E.;

Foto 11.d: vista del guado e della passerella in prossimità dei capannoni S.A.I.E. e MAGAGLIO;

Foto 11.e: vista dalla passerella verso monte;

Foto 11.f: vista dalla passerella verso valle;

Foto 11.g: vista verso valle del cortile adiacente al capannone MAGAGLIO;

Foto 11.h: veduta da sotto il viadotto S.S.28 - variante

Foto 11.i: vista verso valle dell'estremo dell'area descritta.

Se pericolo d'inondazione esiste nel tratto più a monte (prima della curva di monte del torrente) da un esame visivo sembrerebbe che questa possa minacciare la località L'ISOLA da cui sono state scattate le foto 11.a –11.b –11.c, nonché le proprietà immediatamente a monte. Tuttavia da testimonianze raccolte in loco risulterebbe che a memoria d'uomo l'acqua del torrente non ha mai superato la quota del muretto, ora ricostruito in cls, visibile alla base delle foto 11.a e 11.c.

Si ha testimonianza che durante gli eventi alluvionali del novembre 2000, si sia verificata, invece, inondazione del capannone SAIE visibile in sinistra nella foto 11.c (lo stesso capannone è visibile anche in foto 11.e, oltre le colonne del viadotto; è quello più distante).

Dalla stessa foto 11.c si può notare che la morfologia del sito presenta la sponda dx del torrente molto elevata nel tratto che inizia da poco a monte della curva a sinistra del torrente, dove l'alveo cambia direzione per allinearsi al tracciato del nuovo viadotto: questa sponda resta abbastanza alta (da non permettere esondazione) fino ad una trentina di metri a monte del guado.

Nello stesso tratto, dopo la curva, la sponda destra presenta alveo e fondale con roccia a vista, con stratificazioni quasi normali alla corrente e poste in verticale (dettagli non riportati in nessuna fotografia).

Dalle foto 11.d e seguenti, si può invece osservare che l'alveo principale assume dimensioni piuttosto ridotte perché gli argini sono bassi, specialmente in sinistra. Si noti come le pile del viadotto (foto 11.f) siano collocate direttamente nell'alveo principale; tuttavia queste (come potrà essere eventualmente constatato dai risultati di calcolo) non producono grave disturbo al transito della corrente.

Dalla fotografia 11.h e dalla foto 11.f si può trarre netta sensazione che un evento di piena possa facilmente allagare le golene sia in destra (la campagna) sia in sinistra (il piazzale).

Si noti in foto 11.g che l'abitazione sullo sfondo sembra impostata alla stessa quota del piazzale (in verità ne è sopraelevata di circa 70 centimetri) e quindi chiaramente collocata in area a rischio d'alluvione.

Nella foto 11.g si notino anche i relitti vegetali trasportati dalla corrente di piena delle recenti alluvioni (ott. - nov. 2000), depositati nell'area del piazzale e raccolti in prossimità di una pila del viadotto.

Verifica idraulica

La geometria della zona descritta è abbastanza complessa. L'alveo è stato rilevato con rilievo celerimetrico il 15/06/2001, per un tratto di oltre 650 metri, partendo con una sezione in corrispondenza dell'abitazione a tre piani f.t. visibile in foto 11.a, fino ad arrivare ad una sezione al limite estremo visibile in foto 11.i. Le sezioni rilevate sono state una ventina in totale, e sulla loro base sono state poi definite altre 20 sezioni circa per descrivere più in dettaglio la geometria tridimensionale del tratto di corso d'acqua in analisi.

Sono sette le pile del viadotto della nuova S.S. 28 che costeggiano il torrente nel tratto in esame, e sono state modellate in HEC RAS ognuna come un ponte avente una pila in alveo. Nello schema planimetrico tracciato da HEC RAS presentato in allegato, esse sono state indicate con le diciture "p 1 – p 7", ed appaiono come ponti trasversali al corso del torrente.

Il guado, ed il ponte-passerella (Sez. 10 ed 11_IM(PO)) avente tre pile in alveo, sono stati opportunamente modellati secondo rilievo, mentre si sono predisposte due strisce adiacenti all'alveo principale di circa 10 metri da considerarsi come aree allagate efficaci, cioè contribuenti al trasporto della portata di piena: questo accorgimento è stato adottato al fine di svolgere al meglio un calcolo idraulico prudenziale ma anche di una certa attendibilità.

Si noti che il guado è formato da un getto di cls. su una batteria di 14 tubi paralleli del diametro di 60 cm e lunghi circa tre metri, che garantiscono soltanto lo smaltimento della portata di magra, mentre diventa una zona qualsiasi dell'alveo quando riferita alle portate di piena in quanto, in questo caso, non offre ostacolo alla corrente particolarmente più gravoso di altre zone dell'alveo.

Il coefficiente di Manning pari a 0.035 è stato scelto per descrivere la scabrezza media di tutti il tratto in verifica.

I risultati di calcolo per le portate eccezionali $Q_{50}=580$, $Q_{200}=830$ e $Q_{500}=1000$ m³/s, sono stati sinteticamente presentati negli allegati.

Nel seguito si riporta un breve commento dei risultati.

Portata di piena con T= 50 anni, pari a Q50=580 m³/s

Il deflusso nel tratto considerato avviene quasi esclusivamente in condizioni di regime subcritico per l'intero tratto in esame. Fanno eccezione un brevissimo tratto subito a valle delle pile del ponte-passerella (Sez. 130), ed un breve tratto di una decina di metri a valle della sezione 101 dove la corrente diviene critica. Nel primo caso per superare il restringimento della sezione per la presenza delle pile, nel secondo in seguito ad un aumento della pendenza dell'alveo. Infine gli ultimi 60 metri di percorso sono caratterizzati da corrente allo stato critico.

La presenza del guado, a causa dell'esigua area di deflusso offerta dalla batteria di tubi rispetto all'area necessaria per le portate di piena, è trascurata dalla routine "culvert" di Hec Ras, che la considera praticamente ininfluenza nei riguardi dell'andamento generale della corrente. Per questo motivo sul profilo appare che l'altezza critica precipita improvvisamente a valore nullo in corrispondenza del guado (sezione 150), mentre il pelo libero nel tratto corrispondente appare continuo.

Nel tratto iniziale (fino a poco oltre sezione 740) la corrente accenna ad esondare in sinistra, mentre esonda in destra a causa dell'argine mediamente più basso di 50 cm. (Si noti che il tratto di circa 20 metri a monte della sez. 830 corrisponde alla zona del punto di ripresa delle foto 11.a, b e c, dove sembra non esserci stata esondazione a memoria d'uomo).

Nel tratto che segue alla sezione 740 e fino alla sezione 220 circa, in destra l'argine molto elevato trattiene agevolmente l'acqua di piena, mentre in sinistra, come atteso, l'arginatura appare inadeguata e l'esondazione raggiunge tiranti superiori ai 50 cm.

Nei successivi 50 metri, a causa della presenza delle pile della passerella, si ha esondazione su ambo i lati, che raggiunge tiranti superiori ai 2 metri in sin ed al metro in dx.

Poi, fino a poco oltre la sez. 104, l'acqua è stimata trascinare su ambo i lati.

Nel tratto immediatamente successivo e fino alla sez. 83, l'esondazione avviene solamente in dx, mentre nel segmento terminale la superficie della corrente sembra invadere ambo i lati con tiranti trascurabili.

Portate di piena con T=200 e T=500 anni, pari a 830 e 1000 m³/s rispettivamente

Il profilo longitudinale con queste portate è assolutamente simile a quello descritto per la portata cinquantennale, essendo però mediamente aumentati i livelli del pelo libero, e quindi i tiranti d'esondazione, con differenze massime assolute di circa un metro.

Aree inondabili

L'area ritenuta attualmente inondabile in pratica ha la stessa estensione di quella storicamente inondata nell'area limitrofa in sponda sinistra, mentre, alla luce dei calcoli idraulici sopra presentati e delle osservazioni in sito, è stata introdotta un'area inondabile in destra di tipo A. La cartografia a disposizione non permette di diversificare le differenti fasce fluviali.

3.3.3.2.10 Sezione 9 IM(PO) – Comune di Pontedassio – Centro Commerciale RONY–IPERVALLÉ, e zona del FRANTOIO GIROMELA

Descrizione alveo

Foto 9.a: vista dell'Impero verso monte ripreso dal ponte che unisce la S.S.28 al centro commerciale;

Foto 9.b: vista dell'Impero verso valle ripreso dal ponte; si nota appena in sinistra, parzialmente nascosta da vegetazione, la costruzione “pieds dans l'eau” sede del vecchio frantoio GIROMELA; in dx si nota invece il cortile “basso” del supermercato;

Foto 9.c: vista del ponte ripreso dal cortile “basso” del centro commerciale; si noti sulla dx della foto il ponte della S.S.28 che supera il greto del torrente Sgorreto all'immissione nell'Impero;

Foto 9.d: vista del muretto (dall'interno del piazzale) che separa il cortile “basso” del centro commerciale dal greto del torrente;

Foto 9.e: partendo da destra: S.S.28 e stabilimento “BORELLI” sullo sfondo, greto del torrente verso monte, che successivamente abbraccia l'area del supermercato ubicata in sponda dx, fino alla vista del torrente in direzione di valle, dove si può vedere il ponte che unisce il centro acquisti con la S.S.28.

Foto 9.f: (ripresa da valle del ponte) da destra: S.S.28 e ponte per il centro commerciale, stabilimento BORELLI in lontananza, centro commerciale “Trony–Ipervallé”, area verde alberata di proprietà ALBERTI, e la fattoria ALBERTI in lontananza, dietro al traliccio dell'alta tensione.

Foto 9.g: (ripresa da valle del frantoio Giromela) vista dell'Impero dalla S.S.28; sulla dx della foto si scorge una parte restaurata della costruzione del frantoio Giromela, e sulla sinistra il cortile annesso; è visibile il muretto in c.l.s. che delimita il confine della proprietà con l'argine dell'alveo; in lontananza, sulla sponda dx, si vede la proprietà Alberti. Le quote degli argini in dx ed in sin sono (approssimativamente) equivalenti.

Foto 9.h: vista dall'alveo dell'Impero contro sponda sin e verso monte, s'intravede la costruzione del frantoio Giromela in lontananza;

Foto 9.i: vista dell'alveo verso valle; in dx è l'estremo di valle della proprietà Alberti.

In generale, la morfologia dell'area del supermercato è caratterizzata da un terrapieno centrale che prosegue alla stessa quota della statale e la attraversa tutta; da questo terrapieno discendono, sia a destra sia a sinistra, delle rampe che conducono a quote inferiori ed in adiacenza al torrente.

Da una prima analisi visiva, la criticità idraulica del territorio descritto è in gran parte rappresentata dai bassi argini in destra corrispondenti ai tratti suscettibili d'inondazione dei piazzali bassi del centro commerciale, dell'area di proprietà Alberti e del cortile della foto 9.g appartenente alla costruzione del frantoio storico.

Verifica idraulica

Il tratto d'alveo in questione è stato rilevato tramite nove sezioni essenziali il 20/06/2001, e misura circa di 400 metri in lunghezza di cui 100 situati a monte del ponte (sez. 9_IM(PO)).

I risultati della verifica di calcolo sono presentati in allegato, per le portate eccezionali $Q_{50}=580$, $Q_{200}=830$ e $Q_{500}=1000$ m³/s.

Al fine del calcolo, come usualmente adottato in questo lavoro, sono state create sezioni interpolate, nel caso specifico ad ogni 3 metri, che sono state poi eliminate per semplicità di presentazione nelle figure sopra citate.

Com'è evidente dal profilo di rigurgito, il tratto in esame presenta una pendenza media piuttosto debole; in particolare fra le sezioni 9.7 e 9.3 essa vale $i = 0.185\%$.

La presenza del ponte crea un rigurgito a monte dello stesso in corrente lenta per tutte e tre le portate di riferimento, ma dal ponte in avanti il profilo della portata cinquantennale si distingue da quelli duecentennale e cinquecentennale. Infatti, per Q_{50} la corrente è prossima ai valori della corrente critica nei circa 50 metri immediatamente successivi al ponte e si alterna a tratti in cui è lenta.

Per Q_{200} e Q_{500} , invece, la corrente è di tipo veloce dalla sezione a monte del ponte fino all'estremità di valle.

Al fine di eseguire un calcolo attendibile, nelle sezioni trasversali considerate per definire la geometria del problema sono stati inclusi il piazzale di parcheggio del supermercato e la proprietà Alberti a valle di quest'ultimo.

Si tenga presente che per il calcolo è stato utilizzato il valore di scabrezza di Manning $m=0.035$ per l'alveo principale e per il campo in dx limitrofo alberato (foto 9.b, 9.f), $m=0.012$ per le aree asfaltate del parcheggio e della Strada Statale in sinistra, $m=0.025$ per l'area a prato (figura 9.g).

Tuttavia non tutti questi dettagli si sono rilevati utili, in quanto i tratti in cui la corrente esonda riguarda solamente i tratti seguenti:

- il cortile a monte del ponte in dx (cortile Ipervallée) per tutte le portate, con tiranti massimi relativi di circa 0.8, 1.2 e 1.7 metri (probabilmente da ridimensionare alla luce di un rilievo delle quote del muro spondale in dx più dettagliato ed esteso più verso monte).
- La zona di prato a valle dell'area alberata, con tirante massimo da riferirsi alla portata cinquantennale (circa 100 cm).

Il ponte risulta largamente verificato.

Aree inondabili

Le aree inondabili riportate nell'apposita tavola allegata sono state dedotte dal suddetto calcolo idraulico e risultano alquanto limitate.

L'area medesima non rientrava nelle aree storicamente inondate ufficiali.

3.3.3.2.11 Sezione 8IM_(IM) - Comune di Pontedassio - Centro Commerciale SASA

Descrizione alveo

Foto panoramica 8.a: l'immagine è orientata da monte a valle procedendo da dx verso sin. La panoramica nell'insieme distorce molto l'andamento del torrente, che dà l'impressione di compiere un'ampia curva dove invece è quasi rettilineo. In dx, verso monte, è la proprietà Alberti; in sinistra la foto riprende parte della vista della foto 9.i precedente.

Foto 8.b: mostra l'argine sin procedendo verso valle, argine oltre cui sorge un impianto dell'Agip-gas.

Foto panoramica 8.c: riprende il corso del torrente procedendo verso valle, e ritrae l'argine dx sullo sfondo che accompagna l'ampia curva del torrente verso sinistra; l'acqua del torrente non è visibile perché in questo tratto la corrente di magra scorre percorrendo un fossato depresso nell'alveo.

Foto panoramica 8.d: procedendo ancora verso valle, la foto ritrae l'argine dx, guardando verso monte da oltre il termine della curva dell'alveo;

Foto 8.e: da pochi metri oltre, verso valle, vista dall'alveo in sponda sin del tratto terminale del muro che delimita il deposito Agip, in corrispondenza di cui termina anche il tratto di gabbionata che caratterizza tutto il fronte del cortile Agip. Capannoni industriali d'altra proprietà sorgono sullo sfondo dell'immagine.

Foto 8.f: da poco più a valle, rivolgendo la vista verso la foce, in estrema sin si nota in primo piano un piccolo tratto di rampa erosa recentemente dalla corrente, ed in lontananza altri capannoni del centro commerciale.

Foto panor. 8.g: La panoramica permette di vedere l'intero tratto del torrente, con vista verso monte e verso valle contemporaneamente seguendo l'immagine da destra a sinistra. Questo tratto di torrente è stato rilevato e verificato con calcolo idraulico in regime permanente. Al centro della stessa foto è individuabile un tratto di rampa asportato di recente dalla corrente.

Foto 8.h: quest'immagine è allegata perché ritrae sufficientemente la sponda sin vista in direzione verso monte; corrisponde al soggetto dell'estrema dx della foto 8.g.

Verifica idraulica

La geometria del tratto d'alveo in considerazione è stata rilevata nei primi giorni di marzo 2001. La verifica idraulica è riportata in sintesi negli allegati idraulici.

Per visualizzare il collegamento fra la descrizione del rilievo topografico e la verifica idraulica del tratto d'alveo in questione, si nota quanto segue:

1. la sezione 4.0 del modello matematico corrisponde al tratto in cui il muro del cortile Agip finisce (foto 8.h ed 8.e);
2. fra la sezione 2.0 e la 3.0 del modello era collocata la rampa del guado ora asportato dalla corrente (foto 8.f ed 8.g a centro immagine);
3. la sezione 1 corrisponde, infine, all'inizio del muro d'argine in c.l.s. di recente costruzione visibile sullo sfondo al centro della foto 8.f.

Dai risultati di calcolo si vede che le sezioni sono insufficienti al contenimento delle piene cinquantennali con i previsti franchi di sicurezza; ma in dx, come si evince dai campioni fotografici, esiste soltanto il piazzale di una cava abbandonata.

Nel tratto fra la sez. 2.8 e la 1 (che praticamente corrisponde al tratto visibile nella metà sinistra della foto 8.g, in cui si concentra la maggior parte del centro commerciale) la stessa sponda sinistra è superata anche dal pelo libero della portata cinquantennale, con tiranti d'inondazione di circa 1 - 1.5 metri.

Per le portate Q200 e Q500 i tiranti d'inondazione (ovviamente da intendersi come teorici al di sopra dell'argine) si innalzano rispettivamente di circa 70 e 110 cm rispetto ai precedenti valori, cioè, raggiungono valori complessivi di oltre due metri.

Per una stima di maggiore attendibilità dei livelli di piena occorrerebbe comunque estendere il rilievo topografico dell'alveo verso valle, fino ad incontrare una sezione di controllo.

Aree inondabili

Le aree inondabili riportate nell'apposita tavola allegata sono state dedotte dal suddetto calcolo idraulico.

L'area considerata non rientra nelle aree storicamente inondate.

3.3.3.2.12 Sezione 7 IM(IM) - Ponte per Borgo d'Oneglia

Descrizione alveo

Foto panoramica 7.a: vista della strada sul ponte in acciaio, e vista della sponda di destra;

Foto panoramica 7.b: vista del paramano di valle e del tratto verso valle dell'alveo.

Foto 7.c: vista del ponte e della briglia da valle.

Foto 7.d: vista del muro irrimediabilmente danneggiato in sponda dx, subito a valle della confluenza con il rio Morello.

In foto 7.b si noti l'immissione del rio Morello subito a valle del ponte, sulla briglia stessa.

Verifica idraulica

Non sono state eseguite verifiche idrauliche del tratto d'alveo in questione, al di là di una breve indagine finalizzata esclusivamente alla analisi della criticità dell'opera in alveo, ritenuta insufficiente alla determinazione di eventuali fasce fluviali.

Aree inondabili

Si stima che non siano possibili esondazioni nel tratto in analisi.

3.3.3.2.13 Sezione a monte di Sezione 6 IM - Comune d'Imperia - Campo cinofilo

Descrizione alveo

Foto 6.a: vista dell'Impero lungo il tratto a monte del campo cinofilo, ripresa da sponda destra (presso i capannoni della FRENOTECNICA); s'intravede sullo sfondo il ponte per Borgo d'Oneglia;

Foto 6.b: vista del campo cinofilo (sulla sinistra della foto) e dell'Impero (che scorre da sinistra verso destra), ripresa da sponda destra in corrispondenza dei capannoni della FRENOTECNICA;

Foto 6.c: vista verso monte dell'Impero; in dx dell'immagine è la sponda della parte di valle del campo cinofilo; si nota sull'argine dx (sinistra della foto) l'argine rialzato da cui sono state riprese le foto 6.a e 6.b (i capannoni della FRENOTECNICA sono quelli più lontani);

Foto panoramica 6.d: vista verso valle dell'Impero dalla stessa postazione di ripresa della foto 6.c;

Foto panoramica 6.e: visuale del piano che forma il campo cinofilo; vista del prato che sta sopra alla sponda dx di foto 6.c; ovvero, piano ritratto in foto 6.b, in sponda sin.

Nel tratto rappresentato in foto 6.a (non visibile perché nell'immagine è nascosto dalla macchia scura in dx) è presente un tratto in sponda sinistra sistemato a scogliera (per uno sviluppo longitudinale di circa 50-70 m, inizio del tratto che interessa il campo cinofilo). La particolare difesa potrebbe essere stata eseguita anche per la presenza dell'affluente che s'immette frontalmente dalla sponda dx, denominato rio Tresenda (da non confondersi con quello che s'immette nell'Impero a San Lazzaro Reale di Borgomaro).

Verifica idraulica

La verifica idraulica di un tratto d'alveo in corrispondenza del campo cinofilo, avente pendenza media del fondo alveo stimata in $i = 1.4\%$, ha dato i risultati presentati negli allegati.

La corrente risulta ondeggiare attorno alle condizioni critiche, con tiranti idraulici variabili fra 3 e 3.5 metri in funzione della portata considerata e con valori compresi fra Q50 e Q500. Dato il limitato numero di sezioni utilizzate per i calcoli si è ritenuto di non inserire il tratto tra quelli sufficientemente indagati ai fini della determinazione delle fasce fluviali; data inoltre l'insufficienza del franco di sicurezza e la peculiarità della zona, sviluppatasi in area demaniale e naturale bacino di laminazione, si è ritenuto comunque di inserire una fascia di riassetto fluviale a delimitazione delle aree perfluviali riattivabili.

3.3.3.2.14 A monte di Sez. 6 IM - Comune d'Imperia - rio Campi Rossi e cava Marino **Descrizione alveo**

Foto panoramica 6.f: vista del tratto d'Impero dai primi capannoni della località di Barcheto (lato dx della foto in sponda dx) ai ponti dell'autostrada (estrema sin della foto). Si noti la strada in sin dell'immagine discendere verso l'alveo. È possibile anche individuare lo sbocco del rio Campi Rossi in sponda dx: è la piccola macchia scura, con copertura a forma d'arco, che forma il ponte di Via Argine Destro (appena visibile a circa 1/3 foto partendo da dx).

Foto 6.g: il breve tratto scoperto del rio Campi Rossi, prima dello sbocco in Impero, ripreso da Via Argine Destro.

Foto panoramica 6.h: vista del tratto dell'Impero in corrispondenza del ponte autostradale. La strada in sponda sinistra che discende verso l'alveo (lato sin dell'immagine) è la stessa di Foto 6.f (sul lato estremo a sin).

Sullo sfondo in dx s'intravede metà del ponte di Barcheto. In foto 6.h si può anche osservare la briglia (vista da monte) che attraversa da sinistra a destra l'intera panoramica: la briglia è limitata lateralmente in sinistra da un accumulo artificiale di materiale formato longitudinalmente in alveo, lungo tutto il fronte della cava MARINO (anche visibile in foto 6.f).

Al momento della ripresa del febbraio 2001 era in atto un intervento di ricostruzione del muro d'arginatura (cantiere in alveo in sponda sinistra, foto 6.h) asportato dalla piena degli eventi alluvionali del novembre 2000.

Verifiche idrauliche

Non sono state effettuate verifiche dirette per questo tratto d'alveo che rappresenta il limite di monte del calcolo descritto al punto successivo.

Aree inondabili

a) Dall'analisi al punto successivo si deduce che il livello di monte del pelo libero supera con le portate Q200 e Q500 il livello della quota del muretto stradale al di sotto dei viadotti autostradali. Pertanto si prevede che tutta l'area della cava potrà essere inondata su tutta la sua estensione.

b) L'area storicamente inondata alla foce del rio Campirossi, infine, già registrata come area storicamente inondata, è assegnata alla fascia inondabile come di tipo A*.

3.3.3.3 Tratto dell'Impero dai viadotti autostradali alla foce

Descrizione dell'alveo

Il tratto terminale del torrente Impero, circa 2.100 metri di percorso partendo poco a monte del tracciato autostradale dalla quota assoluta di quasi 10m s.l.m. (base briglia), dopo aver percorso un'ampia curva verso sin ed un'altrettanta ampia curva in senso inverso (che termina in corrispondenza dell'immissione del rio Oliveto) ha andamento rettilineo in direzione all'incirca Nord-Sud.

La larghezza media dell'alveo è pari a circa 90 metri, mentre la pendenza media è pari a circa il 3%.

L'unico affluente significativo in questo tratto è appunto il Rio Oliveto, che confluisce in sponda sinistra 800 metri a Nord del ponte ferroviario.

Le aree limitrofe sono caratterizzate da un livello molto elevato di antropizzazione: in sponda destra e sinistra si trovano infatti il tessuto urbano di Porto Maurizio ed Oneglia rispettivamente.

Partendo dalla foce, le modifiche più evidenti all'assetto naturale del corso d'acqua sono rappresentate da:

- diga di sottoflutto del porto d'Oneglia in sinistra e molo in sponda destra;
- presenza di "edifici argine" sia in sponda destra sia in sinistra nel tratto a valle del Ponte A. Vespucci;
- presenza di viabilità di sponda posta sul margine arginale, sia in sponda destra sia in sinistra, per quasi tutto il tratto in esame;
- arginature composte in parte da manufatti in muratura ed in parte da sponda naturale;
- presenza di diversi manufatti d'attraversamento, tra cui l'attraversamento della S.S. 1 Aurelia (che presenta 4 massicce pile in alveo), il ponte ferroviario ed il viadotto autostradale, che pur avendo un impalcato nettamente sopraelevato sul corso d'acqua, interferisce con lo stesso con due pile di dimensioni all'incirca 37 m di lunghezza x 9 metri di larghezza.

Durante i sopralluoghi svolti nei mesi di febbraio e marzo 2001, si è constatato che il tratto esaminato non presenta dissesti evidenti di sponda ed appare inoltre in buone condizioni di manutenzione: non sono, infatti, presenti accumuli di materiale solido né grandi quantità di vegetazione ripariale.

I manufatti d'attraversamento non evidenziano segni di danneggiamento da parte della corrente, né segni di scalzamento al piede delle pile e delle sponde, così come tutti i tratti arginali.

Si allega una documentazione fotografica del tratto in esame di cui segue la descrizione delle riprese fotografiche.

Foto 6.i: vista da sponda dx della briglia (da valle)

Foto 6.l: vista da sponda dx della briglia (da valle) e della strada lungo argine: il muro d'argine è stato asportato dagli eventi di piena dell'autunno 2001.

Foto 5.a: vista delle pile dei ponti autostradali e della briglia sullo sfondo

Foto 5.b: vista dei ponti autostradali da monte, ripresi da argine dx

Foto 4.a: ponte di Barcheto, con ponte autostradale sullo sfondo (vista da valle)

Foto 4.b: ponte di Barcheto, con ponte autostradale sullo sfondo (vista da valle procedendo vs. valle)

Foto 4.c: sponda dx vista dal ponte di Barcheto in direzione di valle

Foto 4.d: sponda sin vista dal ponte di Barcheto in direzione di valle

Foto 4.e: casello della stazione di pompaggio in sponda sin. (vista da valle)

Foto 3.4.a: alveo dell'Impero vs. monte da immissione rio Oliveto

Foto 3.4.b: alveo dell'Impero vs. valle da immissione rio Oliveto

Foto 3.4.c: immissione del rio Oliveto in Impero

Foto 3.4.d: immissione del rio Oliveto in Impero vista da Via argine Destro

Foto 3.3.a: vista verso monte dalla rampa alla fine del terrapieno che forma l'argine sinistro per circa 300 metri (140 metri a monte delle F.S.)

Foto 3.3.b: vista lungo la sezione 3.3

Foto 3.3.c: vista verso valle dalla rampa (140 metri a monte delle F.S.)

Foto 3.a: vista dell'argine dx che incontra il ponte F.S.

Foto 3.b: vista del ponte F.S. da sponda dx

Foto 3.c: vista del ponte F.S. da valle (da sotto arcata Ponte S.S. Aurelia)

Foto 3.d: vista dell'argine dx dalla strada lungo argine che nei pressi del ponte F.S. passa al di sotto della ferrovia.

Foto 3.e: vista dall'argine sin, dell'argine dx compreso tra il ponte F.S. ed il ponte della S.S. Aurelia.

Foto 3.f: vista dell'argine sin dalla strada adiacente l'argine stesso; la strada discende al di sotto della ferrovia creando una zona depressa.

Foto 3.g: vista in direzione verso monte dell'argine dx dall'alveo, da sezione subito a monte del ponte F.S.

Foto 2.a: vista del ponte della S.S. Aurelia, ripresa da sotto ponte F.S.

Foto 2.b: ponte S.S. Aurelia, spalla dx a valle del ponte

Foto 2.c: ponte S.S. Aurelia, spalla sin a valle del ponte

Foto 2.d: vista del ponte della S.S. Aurelia, ripresa da valle.

Foto 2.e: vista della briglia a valle del ponte della S.S. Aurelia, ripresa da valle.

Foto 1.a: vista alveo verso monte da sez. subito a monte del ponte A. Vespucci

Foto 1.b: ponte A. Vespucci: vista da monte

Foto 1.c: ponte A. Vespucci: vista da valle

Foto 1.d: ponte A. Vespucci: vista della sezione di valle

Foto 1.e: ponte A. Vespucci: particolare del plinto circondato da diaframmatura

Foto 1.f: vista della foce del t. Impero dal ponte A. Vespucci.

Verifica idraulica

Le quattro immagini delle fotografie 6.h, 6.i, 6.l e la 5.a, ritraggono, fra l'altro, la briglia subito a monte del tracciato autostradale, il cui andamento è obliquo e spezzato in due segmenti rettilinei rispetto alla sezione del torrente.

La briglia, che è ubicata al termine della superficie bagnata del tratto d'alveo della foto 5.b, costituisce l'opera al limite di monte del tratto continuo fino alla foce verificato in moto permanente.

Si noti che nel catasto delle opere idrauliche la briglia è distinta con il n° 6, ma nello schema di calcolo di HEC RAS essa assume la posizione della sezione 5.

Circa cinquanta metri a valle della briglia, e con andamento quasi parallelo alla briglia medesima, è disposto il tracciato autostradale (che sovrasta il torrente da molto in alto) di cui due pile sono poste in alveo (foto 5.a). La forma del loro basamento è esagonale allungata, con lunghezza totale di circa 37 metri (tra il vertice del naso triangolare di monte e quello di valle). Il loro ingombro trasversale (parallelo alla corrente) impegna una larghezza di circa nove metri, con angolo dei vertici ai due estremi circa 60°. L'altezza del basamento (foto 6.h e 5.a) è di circa due metri.

Nella direzione della corrente, lo spazio che separa l'estremo di valle del plinto in sinistra da quello di monte del plinto in dx, è di circa 5 metri.

(Nel catasto delle opere idrauliche i ponti autostradali sono elencati con il n° 5, mentre nello schema di calcolo di HEC RAS assumono la posizione di sezioni numerate attorno a sezione 4.5).

A circa 80 metri dalla pila autostradale più a valle è situato il ponte denominato di Barcheto. L'opera è visibile all'estrema dx della foto 6.h (e nelle foto 4.a, 4.b allontanandosi progressivamente verso valle) ed impone tre pile in alveo. Le immagini delle foto 4.c e 4.d mostrano la sponda dx e sin rispettivamente viste da questo ponte in direzione di valle.

La foto 4.e riprende la vista verso monte dalla progressiva 500 dalla briglia (approssimativamente siamo alla sezione 3.5 di HEC RAS); in essa si nota una costruzione in c.l.s. con passerella situata al piede della scarpata dell'argine di sin., che è la sede di una stazione di pompaggio. Una stazione analoga è collocata un centinaio di metri più a monte, ed è difficilmente distinguibile nella foto 4.e.

A 150 metri in direzione di valle (sezione 3.4 di HEC RAS, circa) il rio Oliveto s'immette nell'Impero. Le Foto 3.4.a, 3.4.b, 3.4.c, illustrano l'alveo del torrente ripreso da presso il ponte di Via Argine Sinistro; in particolare la 3.4.c ritrae l'immissione dell'Oliveto. La fotografia 3.4.d ritrae l'immissione stessa vista da Via Argine dx.

Nei successivi 200 m verso valle l'argine prosegue in rettilineo a sezione costante, dunque subisce un restringimento di circa 13 metri dovuto alla creazione di un terrapieno che colma parzialmente l'argine longitudinalmente per circa 300 metri di percorso (foto 3.3.a, 3.3.b).

Il suddetto terrapieno degrada verso il fondo alveo a partire da circa 150 metri a monte del ponte F.S. formando una rampa, dopo di che l'alveo riprende la sua totale larghezza. In foto 3.3.c si intravede che la rampa descritta sopra è usualmente utilizzata come area di parcheggio, e si nota in lontananza il tratto in dx del ponte delle F.S.

Il Ponte delle Ferrovie dello Stato è leggermente inclinato (circa 13°) rispetto alla sezione normale al corso d'acqua, ed è sostenuto da quattro pile in alveo (foto 3.a, 3.b, 3.c).

Viene a questa opera assegnata la posizione di sezione 3, sia nello schema di calcolo di HEC RAS, sia nel catasto delle opere idrauliche.

Per facilitare il percorso ferroviario il ponte è stato impostato a quota relativamente bassa, ed anche gli argini del torrente (a monte in sin ed a valle in dx e sin) sono stati realizzati a quote piuttosto depresse (foto 3.d, 3.e, 3.f).

Questa sistemazione d'argine, assieme a quella delle strade adiacenti che attraversano il percorso ferroviario in depressione, rappresenta situazione di potenziale allagamento nei periodi eccezionali di piena.

Il vecchio ponte della Strada Statale Aurelia è sorretto da quattro pile in alveo e formato da cinque archi ribassati; il suo allineamento rispetto alla sezione normale alla corrente è di 33° (foto 2.a, 2.b, 2.c, 2.d). Una piccola briglia è ubicata ad un centinaio di metri verso valle (foto 2.e).

Il ponte Amerigo Vespucci è situato a 200 metri dalla foce e corrisponde alla sezione 1. (foto 1.b, 1.c, 1.d, 1.e). La quota media dell'acqua del mare nei periodi di magra s'estende fino alla sezione di monte del ponte stesso.

La foto 1.a mostra l'alveo verso monte da una postazione subito a monte del ponte; sul fondo si può notare, fra l'altro, abbondanza di materiale fine misto alla ghiaia.

Per tutto il suddetto tratto d'alveo è stato scelto un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $m=0.030$.

Risultati della modellazione

La necessità di un'analisi continua di tutto il tratto sopra descritto è dettata dal fatto che le aree adiacenti all'alveo presentano un elevato livello di vulnerabilità, per cui si è ritenuto necessario indagare in maniera piuttosto dettagliata per verificare l'esistenza di eventuali aree a rischio d'inondazione.

In accordo con le raccomandazioni regionali in materia, la verifica è stata svolta per le portate aventi periodo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni.

Nel seguito si riporta un breve resoconto dei risultati, che possono essere controllati negli allegati in cui sono riportati i profili longitudinali delle superfici liquide. Per maggiori dettagli si veda l'allegato delle sezioni idrauliche e tabelle di output contenenti le grandezze idrauliche ritenute essenziali per una sufficiente descrizione dei profili di piena.

Portata di piena con T= 50 anni, pari a Q50=580 m³/s

Il deflusso nel tratto considerato avviene alternandosi fra condizioni di regime subcritico e critico fino al ponte di Barcheto.

Proseguendo verso valle, e fino a circa 1000 metri dalla foce (tratto in cui c'è un incremento della pendenza media dell'alveo), la corrente diviene in prevalenza critica con brevi tratti di corrente veloce (ma non lontano dalla critica). Esiste una zona, subito a valle dell'immissione del rio Oliveto, in cui la corrente diviene lenta lungo un tratto di circa un centinaio di metri, certamente rallentata dall'interferenza della corrente dell'affluente.

Nella seconda metà del percorso (lungo il quale la pendenza dell'alveo mediamente si addolcisce nuovamente) il deflusso è preponderantemente di corrente lenta, con eccezione di un paio di punti singolari dove la corrente tocca la velocità critica:

1. il primo punto è a circa 250 metri a monte del ponte FF.SS., dove l'alveo si riallarga in corrispondenza della rampa che scende in alveo;
2. il secondo è in corrispondenza della piccola briglia a valle del ponte della S.S. Aurelia.

Il passaggio attraverso i restringimenti indotti dalle pile in alveo dei ponti di via A. Vespucci, Aurelia, Ferrovia e Barcheto avviene in condizioni di corrente lenta, mentre le pile in alveo del viadotto autostradale causano la transizione attraverso la profondità critica e l'instaurarsi di un breve tratto di corrente veloce.

Per quanto attiene la capacità di smaltimento della piena, la verifica ha evidenziato come la portata cinquantennale sia smaltita dall'alveo con franchi congrui in tutto il tratto esaminato, con eccezione di due località:

- 0 l'attraversamento della linea ferroviaria, in cui il franco minimo nei confronti dell'argine sinistro risulta pari a circa 40 cm (sez. 3.1);
- 1 la sezione 5 (rappresentativa delle sezioni più a monte del tratto esaminato) nei confronti di cui si verifica un valore di franco minimo di circa 20 cm.

Portata di piena con T=200 anni (Q200=830 m³/s)

Il deflusso idraulico avviene nelle stesse condizioni della portata cinquantennale.

In questo caso si manifestano nuovamente insufficienze al deflusso esclusivamente nei tratti presso le sezioni 3.1 – 3.2, e 5 per i quali si realizzano franco nullo in sponda sinistra nel primo tratto, e negativo di 20 cm circa presso la sezione 5.

Per la porta in oggetto si verifica una criticità idraulica anche per la sezione 3.2 in sin. (assenza dei franchi di sicurezza).

Inoltre, risultano insufficienti i franchi relativi all'intradosso di tre ponti nei confronti della portata duecentennale:

ponte delle Ferrovie:	- non adeguato
Ponte Amerigo Vespucci:	- non adeguato

Per quel che attiene il ponte S.S. Aurelia che presenta archi ribassati, il franco di sicurezza minimo corrisponderebbe ad un rapporto minimo:

$$b/B=2/3=0.67$$

in cui:

b=corda tesa dalla superficie libera dell'acqua

B=luce totale dell'arco.

Nel nostro caso, la luce netta dell'arco è circa B=16 metri, mentre il valore della luce sottesa dalla superficie della corrente vale b=14 metri.

Si ottiene quindi il rapporto $b/B=14/16=0.875 > 0.67$, ed il franco è pertanto adeguato.

Portata di piena con T=500 anni (Q500=1000 m³/s)

Le condizioni di deflusso sono del tutto simili a quelle descritte per le portate Q50 e Q200.

Le sezioni critiche per la Q500 sono le stesse della portata Q200.

Aree allagabili

Le aree allagabili sono d'estensione modesta, corrispondenti alle sezioni critiche descritte sopra.

3.3.3.4 Rio Oliveto

(paragrafo modificato con DDG 7532-2021)

Descrizione del tratto terminale dell'alveo

Il rio Oliveto, affluente di sinistra dell'Impero, raccoglie le acque provenienti dal versante in cui sono localizzate le località Costa D'Oneglia e Castelvecchio di S.M. Maggiore e, nonostante sia caratterizzato da un bacino imbrifero inferiore a quattro chilometri quadrati e da un'asta principale valutabile in meno di tre chilometri di lunghezza, con i suoi ricorrenti straripamenti rappresenta il problema idraulico-fluviale attualmente più critico della città d'Imperia. Il tratto terminale del torrente è caratterizzato da un forte grado d'antropizzazione. Proseguendo verso valle, prima dell'attraversamento della S.S. 28 la sponda sinistra è caratterizzata da una densa presenza d'edifici e manufatti vari, mentre la sponda destra è costeggiata dalla strada che unisce Imperia a Costa D'Oneglia. A valle dell'attraversamento della statale, invece, l'alveo è relativamente più largo e, mentre la sponda destra è sempre interessata dalla presenza della strada, la sponda sinistra è limitata da un muro in pietra che delimita il parco della villa Ramoino - Rossi.

Le immagini fotografiche presentate di seguito illustrano circa 750 metri di percorso del rio fino alla sua immissione nell'Impero, partendo dal ponte d'attraversamento di via Musso e sfruttando un dislivello totale di circa 13 metri.

Le 12 opere d'attraversamento nel tratto analizzato (denominate in seguito "ponte" soltanto per brevità, ma certamente in modo improprio a causa della loro dimensione esigua), costituiscono gli accessi dalla Via Musso alle proprietà in sponda sinistra, e nella descrizione sono state numerate per facilitarne l'individuazione.

Foto 1: Ponte d'attraversamento di via Musso, vista da valle; opera non considerata nella verifica idraulica;

Foto 2: vista dell'Oliveto e via Musso dalla postazione di ripresa di foto 1; vista da monte; si nota ponte #12

Foto 3: immissione in alveo di un piccolo affluente ripreso dalla stessa postazione di ripresa di foto 1 e 2;

Foto 4: vista del rio Oliveto e via Musso; si nota ponte #11;

Foto 5: ponte #11; in lontananza si notano il ponte #10 e #9;

Foto 6: vista ponte #9 da ponte #10;

Foto 7: vista ponti #8 e #7;

Foto 8: vista ponte #7 da ponte #8;

Foto 9: vista ponte #6;

Foto 10: vista ponte #6;

Foto 11: vista ponte #6;

Foto 12: vista ponte #6 da valle;

Foto 13: vista ponte #5;

Foto 14: vista ponte #4 (del marmista);

Foto 15: vista ponte #4;

Foto 16: vista ponte #4 e via Musso;

Foto 17: vista dal ponte #4 verso monte;

Foto 18: vista del ponte #3 (S.S.28) dal ponte #4;

Foto 19: vista del ponte #4 dal ponte #3 (S.S.28);

Foto 20a: vista in direzione di Via Andreoli all'incrocio con la S.S.28 (ponte #3);

Foto 20b: vista del ponte #3 (S.S.28) da valle (Via Andreoli);

Foto 20c: vista del ponte #2 e della Via Andreoli che costeggia l'Oliveto, dalla S.S.28 (ponte #3);

Foto 20d: vista del bivio di via Andreoli con Via IV Novembre;

Foto 21: vista del ponte #3 dalla postazione di ripresa della foto 20.d, verso monte;

Foto 22: vista del ponte #3 proseguendo verso valle;

Foto 23: vista verso valle dalla postazione di ripresa della foto 22;

Foto 24a: vista verso monte del tratto ripreso in foto 23;

Foto 24b: vista vs monte del tratto ripreso in foto 23, proseguendo verso valle;

Foto 24c: vista vs. monte dell'ansa ripresa in foto 24b, proseguendo verso valle;

Foto 25a: vista del ponte #1 (Via Argine Sinistro) dalla postazione di ripresa della foto 24c;

Foto 25b: vista simile alla precedente ripresa dal lato dx della via Andreoli; si noti il muro diroccato in sin del rio Oliveto;

Foto 26: vista del ponte #1, zoomata della foto 25a.

Verifica idraulica

Il tratto indagato copre il tratto compreso tra circa 30 m a monte del ponte di via Felice Musso fino all'immissione nel Torrente Impero.

La geometria del corso d'acqua utilizzata per la verifica idraulica è estratta dal Progetto di messa in sicurezza del rio Oliveto, predisposto in attuazione del Piano d'Area della nuova stazione di Imperia (dicembre 2015), nello scenario di progetto.

Tale scenario comprende, in sintesi:

- per il tratto di valle della tombinatura di via Garessio:
 - approfondimento di circa 1 metro e risagomatura alveo con sistemazione parziale scarpate in terra e realizzazione di un intervento di innalzamento di un tratto dell'esistente argine sinistro, tra le sezioni 10 e 13;
- per il tratto di monte, lungo via Musso:
 - allargamento della sezione di deflusso del rio Oliveto mediante la demolizione del muro d'argine in sponda destra lungo Via Musso e rifacimento dello stesso in cls armato comprensivo dei necessari soprastanti sbalzi per garantire il mantenimento della carreggiata stradale. Rifacimento della platea di fondo in cls armato alla quota di progetto. Demolizione degli attraversamenti esistenti e riposizionamento degli stessi e riposizionamento dei nuovi al di sopra della sommità arginale

Le verifiche sono state condotte tramite una modellazione monodimensionale in moto permanente gradualmente variato, eseguita tramite il noto software Hec Ras.

Le portate utilizzate nelle verifiche sono quelle già individuate nel Piano di bacino; quale condizione al contorno di monte è stata imposta la profondità critica, mentre a valle è stata modellata la confluenza con il Torrente Impero, imponendo nello stesso le portate con corrispondente tempo di ritorno, ipotizzando così, a favore di sicurezza, la contemporaneità delle piene.

Il coefficiente di scabrezza di Manning adottato è pari a:

- $0.033 \text{ sm}^{-1/3}$ nel tratto tombinato, dove è presente un rilevante deposito di sedimenti e nel tratto a valle della S.S.28 fino all'immissione nel torrente Impero;
- $0.030 \text{ sm}^{-1/3}$ nel tratto a monte della tombinatura.

I risultati delle modellazioni idrauliche sono riportati negli appositi allegati di calcolo.

La verifica idraulica a seguito della realizzazione degli interventi di messa in sicurezza (novembre 2021) evidenzia che gli interventi previsti garantiscono il contenimento della portata di progetto nell'intero tratto, sebbene non si riesca ad ottenere il franco previsto dalla normativa all'interno della tombinatura esistente, peraltro non oggetto di intervento.

Per tale ragione è stata condotta un'analisi della pericolosità idraulica residua, al fine dell'individuazione delle fasce fluviali nello stato di progetto. Tale analisi è stata condotta

applicando una riduzione della sezione idraulica disponibile nella tombinatura, al fine di valutare la sensitività del modello idraulico adottato. In tale scenario, la portata di progetto non risulta più contenuta in alveo e pertanto è stato implementato un ulteriore modello bidimensionale, sulla base del rilievo LIDAR del Ministero dell'Ambiente opportunamente aggiornato ed integrato, per simulare la diffusione della portata esondata nelle aree perfluviali.

Aree Inondabili

L'individuazione dell'area inondabile risulta piuttosto complessa, a causa della conformazione dell'area pianeggiante e fortemente urbanizzata.

Ad ogni buon conto, l'area inondabile è stata definita base di un modello di diffusione bidimensionale semplificato della portata esondata, costruito sulla base di un DTM derivato dal rilievo LIDAR del Ministero dell'Ambiente e di un idrogramma di piena di forma triangolare, con base pari a 3*tc e picco, pari al valore di portata del piano di bacino.

L'area inondabile nello stato di progetto, conseguente alla valutazione della pericolosità idraulica residua, come meglio specificato nel paragrafo precedente, è stata individuata sulla base dei risultati di un modello idraulico bidimensionale e comprende anche l'individuazione degli ambiti normativi di fascia B, ai sensi della DGR 91/2013.

3.3.3.5 Rio Santa Lucia

Premessa

Il bacino Imbrifero del rio S. Lucia è di circa 1.6 km². Il rio s'immette in mare sfociando subito ad Est del molo del porto d'Oneglia.

La verifica idraulica è stata condotta nel tratto terminale del Rio lungo un percorso di circa 1.100 metri. In particolare sono state evidenziate alcune problematiche relative alla presenza di un ampio tratto tombinato nel centro abitato di Imperia Oneglia.

Individuazione delle aree storicamente inondate

Le aree storicamente inondate sono rappresentate nella relativa carta e non riguardano zone relative al rio S. Lucia.

Descrizione alveo

Il rio S. Lucia, partendo da monte, ha origine dalla confluenza di due rii minori. L'alveo, in tale zona molto ridotto, è rivestito in cemento (foto 00); scendendo si sviluppa parallelamente a un camminamento ed è interessato da una folta vegetazione (foto 00a – 00b – 01 – 01b). Nel tratto successivo (foto 02 – 03 – 04 – 05 – 06 – 07), fino all'incrocio con via Diano Calderina, si presenta con meno vegetazione, e si nota allora la conformazione del fondo costituita da elementi lapidei. In tale tratto la stradina in sponda destra diventa carrabile.

Nelle foto 07b e 08 si può osservare il tratto di attraversamento di via Diano Calderina: a valle di tale attraversamento si sviluppa un camminamento che in pratica è parte integrante dell'alveo, delimitato in riva destra da opere di sostegno in pietra (foto 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15). Nelle foto 12 – 13 – 14 si può osservare in riva destra un'opera di sostegno in pietra naturale di altezza tale da poter essere agevolmente superata da eventi di piena (questo tratto non è stato indagato ma si può ragionevolmente presumere che sia soggetto al verificarsi di una modesta esondazione).

Nel tratto successivo (foto 16 – 17 – 18) l'argine sinistro è costituito da un'opera di sostegno in cemento armato di rilevante altezza. In foto 19 si osserva in sponda destra il muro di sostegno in cemento armato che delimita via S. Lucia e che da tale punto in avanti si sviluppa parallelamente all'alveo.

La sezione si va progressivamente restringendo (foto 20 – 21 – 22 – 23 – 24 – 25 – 26) fino ad arrivare alla sezione corrispondente alla foto 26 in cui il camminamento, che nella parte superiore scorre parallelamente al corso del rio e ne costituisce parte integrante, si allontana dal corso d'acqua. In tale punto si può osservare che è facile che si verifichi, in caso di piena, inondazione del camminamento stesso.

Nelle foto 28, 29, 30 e 31 si osserva un piccolo rio che si immette nel rio S. Lucia subito a valle della suddetta biforcazione (foto 28 particolare del rio nel punto in cui si incanala sotto al camminamento, foto 29 immissione del rio nel S. Lucia).

Nel tratto successivo si può osservare un tratto (foto 32) in cui si è sviluppata una densa vegetazione. A partire dal tratto corrispondente alla foto 33 (foto 33 – 34 – 35 – 36 – 37 – 38) si ha quasi totale assenza di vegetazione in alveo, la sponda destra è sempre costituita da via S. Lucia e sulla sponda sinistra si trovano degli edifici con giardinetti: tali terreni possono in prima approssimazione essere interessati da modesti fenomeni di esondazione (non è stato eseguito calcolo idraulico). Nella foto 38a si osserva il punto in cui il rio transita al di sotto di via S. Lucia.

Dopo l'attraversamento suddetto si osserva ancora un breve tratto (foto 38b) in cui il rio scorre parallelamente alla strada (via S. Lucia); successivamente il rio si sviluppa ancora per un tratto a cielo libero e si ha la confluenza con il rio Lagone (foto riolag1 e riolag2), (il tratto a valle di tale immissione è stato oggetto di verifica idraulica in moto permanente), successivamente si osserva l'immissione nel tratto tombinato (foto 38c).

Nelle foto 38d-e-f-g si osserva il tratto tombinato immediatamente a monte della linea FF.SS. Genova - XXMiglia (tratto tra sezioni 18 e 32); si osservano in particolare la linea ferroviaria, una delle numerose griglie presenti sul tetto della tombinatura, alcune autorimesse interrato e la particolare conformazione della via che ricalca in superficie il percorso del rio.

Nelle foto 39 – 40 e 41 si osserva lo sbocco della tombinatura in corrispondenza dello Stabilimento balneare "Sogni d'estate" (sez.1): in tale zona non si evidenziano particolari problematiche.

Verifica idraulica

Il tratto di rio sopra descritto è stato analizzato in moto permanente con HEC RAS versione 2.2. La geometria della tombinatura è stata stralciata da elaborati tecnici provenienti dall'ufficio tecnico del Comune d'Imperia e confermata da successivi sopralluoghi eseguiti nei mesi di marzo ed aprile 2001.

La verifica in moto permanente è stata estesa a tutto il tratto di rio tombinato (lungo circa 700 metri) e ad un breve tratto a cielo aperto compreso tra la foce e la confluenza con il rio Lagoni (circa 400 metri). In corrispondenza delle criticità più evidenti sono state inserite sezioni di calcolo relativamente più ravvicinate.

Il coefficiente di scabrezza di Manning adottato è stato pari a 0.030 nel tratto d'alveo a cielo libero, 0.015 nel tratto tombinato.

L'analisi idraulica in condizioni di moto permanente è stata condotta per le tre portate di piena con periodo di ritorno pari a 50, 200 e 500.

I valori di portata considerati, in base alle indicazioni della Regione Liguria, sono i seguenti:

- 46 mc/s per il tempo di ritorno cinquantennale;
- 66 mc/s per il tempo di ritorno duecentennale;
- 80 mc/s per il tempo di ritorno cinquecentennale.

I profili longitudinali e le sezioni con il pelo libero dell'acqua sono riportati in allegato. Per maggiori dettagli si faccia riferimento agli apposti allegati di calcolo.

Dal momento che il tratto tombinato presenta diverse aperture grigliate si è ritenuto opportuno non analizzarlo come tombino in pressione, bensì utilizzando lo strumento "LID", consigliato dal programma di calcolo in simili applicazioni.

Si è inoltre proceduto ad un'ulteriore modellazione inserendo in corrispondenza della sezione di imbocco della tombinatura (sez.36) un "BRIDGE", al fine di determinare la parte di portata che effettivamente riesce a transitare all'interno della tombinatura.

Risultati della modellazione

La necessità di un'analisi continua di tutto il tratto sopra descritto è dettata dal fatto che le aree adiacenti all'alveo presentano un elevato livello di vulnerabilità (intensa urbanizzazione), per cui si è ritenuto necessario indagare in maniera piuttosto dettagliata per verificare l'esistenza di eventuali aree a rischio d'inondazione.

In accordo con le raccomandazioni regionali in materia, la verifica è stata svolta per le portate aventi periodo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni.

Nel seguito si riporta un breve resoconto dei risultati che possono essere controllati nei tabulati di calcolo allegati, in cui sono riportati i profili longitudinali delle superfici liquide. Per

maggiori dettagli si vedano le allegate sezioni idrauliche e tabelle di output contenenti le grandezze idrauliche ritenute essenziali per una sufficiente descrizione dei profili di piena.

Portata T= 50 anni (pari a 46 m³/s)

Quasi tutto il tratto tombinato consentirebbe lo smaltimento quasi completo della portata cinquantennale. Fa eccezione il tratto di imbocco che costituisce senza dubbio il punto di maggiore criticità e, per il quale, il modello di calcolo utilizzato (che prevede la schematizzazione di argini infinitamente alti) valuta un profilo di rigurgito da parte della corrente cinquantennale pari a circa due metri.

In tutto il tratto seguente la corrente presenta forti variazioni di velocità e passa alternativamente da lenta a veloce.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento al calcolo di HEC RAS eseguito per il tratto tombinato del rio.

Portata T= 200 anni (66 m³/s)

Vale quanto detto per la portata cinquantennale, ma la tombinatura è palesemente insufficiente al regolare deflusso della portata. L'andamento del profilo del pelo libero dell'acqua è sostanzialmente simile a quello del caso precedente, anche se il fenomeno di rigurgito all'imbocco si accentua come peraltro avviene per i passaggi di velocità (sia in termini di variazioni che di valori assunti). Il profilo di rigurgito all'imbocco raggiunge in questo caso una quota di circa cinque metri più alta rispetto all'estradosso della copertura.

Si sottolinea, anche in questo caso, che i livelli del pelo libero sono valutati con l'ipotesi di argini infinitamente alti, per cui i valori reali che vi s'instaurano in caso di piena saranno decisamente inferiori a quelli valutati dal presente calcolo, a causa della portata fluida che s'immette nelle aree esterne all'alveo, dando luogo a fenomeni di moto vario bidimensionale, non adottati in questo studio.

Portata T=500 anni (Q=80 m³/s)

Il deflusso di piena avviene con le stesse caratteristiche della portata duecentennale. La sopraelevazione del pelo libero all'imbocco rispetto all'estradosso della copertura è mediamente pari a circa 8 m.

Aree inondabili

Una valutazione delle aree inondabili dedotta direttamente dal solo calcolo idraulico sopra presentato non appare possibile.

La perimetrazione dell'area che è stata tracciata sulla carta delle fasce fluviali, è stata ricavata dalle osservazioni fatte, in sede di sopralluogo, circa la conformazione del territorio e delle barriere architettoniche presenti in zona. Tale perimetrazione segue piuttosto fedelmente (almeno nel tratto a monte della linea ferroviaria) il percorso del rio stesso, in quanto in tale tratto, le strade seguono il percorso del rio e si configurano come via preferenziale di scorrimento delle acque in caso di esondazione a monte (sezione 36) e/o di fuoriuscita dalle tombinature.

Nel tratto a valle della linea ferroviaria è stata indicata una vasta zona di esondazione; tale zona, in effetti, non è da ritenersi dovuta al possibile fenomeno di esondazione a monte della sez.36 (imbocco tratto coperto), in quanto se anche si dovesse verificare tale fenomeno esso si arresterebbe quasi interamente in corrispondenza della linea ferroviaria; la si è peraltro tracciata considerandola dovuta alla fuoriuscita di acqua dalle tombinature per l'impossibilità di un regolare smaltimento delle portate nel tratto coperto del rio S. Lucia.

Da considerazioni di carattere empirico si è ritenuto cautelativo tracciare una ulteriore zona inondabile nel tratto a monte della zona verificata idraulicamente (foto 26) in quanto in corrispondenza di tale tratto si ha la separazione tra l'alveo principale e il camminamento che corre ad esso parallelo nel tratto a monte; questo costituisce, di fatto, parte integrante dell'alveo e in conseguenza di ciò si ha una brusca diminuzione di sezione disponibile.

Risultato delle verifiche e proposte d'intervento

Dai calcoli effettuati con le portate suddette la tombinatura risulta non verificata con tutti i 3 valori di portata, anche se solo parzialmente per la portata cinquantennale (ad esclusione del tratto tra le sezioni 35.1 e 36.55*).

Data la forte urbanizzazione in loco è difficile prevedere interventi atti a risolvere radicalmente la criticità del bacino che siano anche verosimilmente realizzabili (si dovrebbe procedere all'adeguamento delle sezioni almeno nel tratto iniziale della tombinatura).

Peraltro un semplice intervento di pulizia si rivelerebbe insufficiente, dal momento che tutta la modellizzazione è stata effettuata considerando le sezioni sgombre di materiale di riporto e non tenendo conto del trasporto solido.

In corrispondenza dell'immissione si può osservare dalla verifica idraulica che risulta probabile un'esondazione per tutte le portate (T=50, T=200, T=500) che interessa via S. Lucia; in tale tratto si è proceduto anche al calcolo inserendo un ponte nella simulazione al fine di determinare la portata che effettivamente riesce a immettersi nel tratto coperto. Si può osservare, inoltre, che si potranno verificare problemi sui tombini in tutto il tratto coperto a causa dell'insufficienza della tombinatura; in conseguenza di ciò si è giunti all'identificazione dell'area esondabile indicata nella carta delle fasce fluviali.

Si osserva in particolare che potrebbe essere interessato anche un tratto della linea ferroviaria Genova - Ventimiglia.

Gli interventi da noi ipotizzati in questa sede sono pertanto di tre tipi:

1. realizzazione di una vasca di laminazione atta a ridurre ed eliminare gli effetti del profilo di rigurgito all'imbocco del tratto coperto;
2. aumento delle sezioni di tutto il tratto tombinato per consentire il passaggio delle portate;
3. approntamento di piani di protezione civile per limitare gli effetti sulla popolazione dei fenomeni di esondazione.

Riteniamo però importante sottolineare come l'assenza di notizie inerenti aree storicamente inondate possa essere indicativa di una precisa peculiarità del bacino del S. Lucia: la forte urbanizzazione ha presumibilmente influito pesantemente sulla conformazione del bacino idrografico del rio col risultato di distogliere dallo stesso porzioni anche considerevoli di portata; il fenomeno di inondazione andrebbe a trasformarsi (come in realtà segnalato da testimonianze di residenti in zona) in allagamento diffuso di strade, giardini ed interrati.

In virtù di queste considerazioni riteniamo ragionevole indicare come prioritari gli interventi 1 e 3, meno costosi ed invasivi nel territorio, almeno fino ad ulteriori approfondimenti.

Dalla modellazione svolta è inoltre possibile ipotizzare che l'acqua, alternativamente, vada in pressione per poi fuoriuscire dalla prima griglia a valle inondando le aree adiacenti.

L'intervento 3, atto a mitigare l'effetto sulla popolazione dell'esondazione, dovrebbe comprendere una attenta perimetrazione ed identificazione delle strade e delle zone "a rischio" attraverso l'uso di adeguata segnaletica.

3.3.3.6 L'Impero in corrispondenza del comune di Borgomaro

Descrizione alveo

La descrizione del tratto di torrente procede da monte verso valle.

Foto 28a: Vista dell'alveo verso monte dal ponte della Strada Provinciale n° 24 per Conio.

Foto 28.b Ponte della Strada Provinciale n° 24 per Conio, a monte del centro abitato di Borgomaro.

Foto 28.c: Formazione rocciosa calcarea visibile sul fondo dell'alveo in corrispondenza del ponte suddetto.

Nella zona le sponde sono ripide ma stabili, rigogliosamente ricoperte di vegetazione. Il fondo alveo espone ovunque gli strati puliti, levigati dalla corrente, della formazione calcarea;

Foto 27.m: Località Mainette. Vista del ponte di pietra ad uso pedonale da monte.

Foto 27.v: Località Mainette. Vista del ponte di pietra ad uso pedonale da valle in sponda destra (il torrente scorre da sinistra verso destra).

Foto 26-26a-26b-26c-26d-26e: le foto sono state riprese nel tratto che collega il ponte 27 e la briglia 26; la zona si sviluppa in un'ansa che devia di oltre novanta gradi. In sponda

sinistra due costruzioni prestano il muro perimetrale (privo d'aperture nei primi 4 m circa d'altezza) ad argine del torrente. Sulla sponda destra, all'inizio dell'ansa, emerge dalla vegetazione del pendio una parete rocciosa verticale, disposta in strati sub-orizzontali, che costituisce un alto argine circolare. Più a valle, come si può vedere dalle foto, la vegetazione ritorna a ricoprire la riva destra. Lo spiazzo in alveo di fronte alle costruzioni è stato cementato, ed il piano di calpestio impostato pochi centimetri al di sopra della quota della corrente che defluisce attualmente in alveo: il piazzale è utilizzato per le feste del paese. Si noti che la brusca curva del torrente, unitamente all'allargamento dell'alveo, crea verosimilmente il rallentamento della corrente di piena, che deposita così il materiale solido trasportato, composto di trovanti arrotondati e di ghiaia, visibile sulla base dell'immagine.

Si noti, infine, che per raggiungere il sito descritto occorre deviare dalla S.P. n°24 e percorrere una breve strada secondaria molto scoscesa. Pertanto un'area presumibilmente inondabile dalle piene dovrebbe risultare limitata alla sola zona dell'ansa del torrente sopra illustrata, così com'è riportata sulla carta delle fasce fluviali con tipologia A*

Foto 25.a: Vista da valle del primo tratto d'alveo all'inizio del centro abitato del Paese: il vecchio edificio bianco in primo piano è ubicato in sponda dx ed occupa parte dell'alveo subito a valle del ponte n° 25, e ne ostruisce un'arcata (appena visibile al piede della casa). A monte del ponte, similmente, è ubicata una struttura in c.a., di cui s'intravede la porzione più elevata. Il livello più basso delle costruzioni suddette è abbandonato. La sponda appare stabile, ed il fondo dell'alveo è roccioso, con gli strati calcarei sub-verticali a vista. Si noti in lontananza, al di sotto dell'arco del ponte n° 25, parte della cascata causata dal salto della briglia, opera denominata n° 26 nel Catasto delle Opere Idrauliche.

Foto 24.m: Vista dell'Impero verso valle in corrispondenza dell'abitato. In lontananza si vede il ponte n° 24 che collega la S.P. n° 24 al centro storico. In sponda dx il muro in alveo è continuo verso valle a rafforzare il piede delle costruzioni dell'antico borgo. Le abitazioni dei livelli più bassi sono abbandonate e formano, unitamente al suddetto muro di rinforzo, l'argine dx del torrente. L'argine sinistro è invece costituito da un muro alto circa cinque metri, lungo il quale, alla sua sommità, è stato costruito il marciapiede a sbalzo visibile nella foto. La S.P. n°24 è parallela al torrente ed al marciapiede medesimo.

Foto 24.v: vista del ponte di pietra suddetto da valle

Le due fotografie (24m e 24v) evidenziano:

il livello abitato delle costruzioni d'argine che sono approssimativamente impostate alla stessa quota della chiave d'arco del ponte;

il fondo roccioso che mette in evidenza alcune parti al di fuori della superficie attuale dell'acqua;

la sezione dell'alveo in corrispondenza del ponte è stata rafforzata con una briglia in c.l.s., che appoggia sulla formazione rocciosa in sito; materiale solido si è depositato a monte della briglia medesima;

Foto 22.m: la passerella n°22, a valle dell'abitato di Borgomaro, ripresa da monte.

Foto 21: vista della briglia segnalata come opera in alveo n°21 e sita a valle dell'abitato di Borgomaro ripresa dalla strada provinciale monte.

Verifica idraulica

Lungo il tratto di Borgomaro sono stati eseguiti alcuni calcoli di verifica in corrispondenza d'alcune opere idrauliche. I risultati mostrano che:

1. l'opera n° 22 (attraversamento in acciaio con porta tubazione) non ha un franco di sicurezza sufficiente;
2. l'opera 24 provoca apparentemente un accentuato profilo di rigurgito a monte per le portate con tempo di ritorno di 200 e 500 anni;
3. l'opera 30 e l'opera 31 mostrano alcune criticità dovute anch'esse al profilo di rigurgito che provocano;
4. le altre opere non sembrano presentare grosse criticità, anche se in molti casi il franco di sicurezza non sembra sufficiente a contenere il carico cinetico della corrente.

Tuttavia, per poter ritenere lo studio sufficiente alla determinazione delle fasce fluviali occorrerebbe una verifica più attendibile, per lo meno per quanto riguarda l'estensione delle sezioni e del tratto oggetto di indagine, ritiene che dovrebbe essere meglio rilevata la geometria dell'alveo (il tratto dell'alveo non è stato sufficientemente indagato).

Qui di seguito vengono elencate le sezioni sopra menzionate, riportate nella tavola "Planimetria sezioni".

sez.22_IM(BO) a valle Borgomaro; (passerella)

sez.24_IM(BO) in corrispondenza del paese; (ponte in pietra)

sez.25_IM(BO) in corrispondenza del paese; (ponte in pietra)

sez.27_IM(BO) a monte del paese (ponte in pietra)

sez.28_IM(BO) a monte del paese; (ponte x Conio)

sez.29_IM(BO) a monte del paese; (passerella in pietra ad oggi crollata)

sez.30_IM(BO) a monte del paese (ponte in pietra)

sez.31_IM(BO) a monte del paese (ponte in c.l.s.)

Aree inondabili

Come già descritto in precedenza, un'area inondabile dovrebbe trovare spazio nella zona dell'ansa del torrente a monte della briglia n.26. Essa è riportata sulla carta delle fasce fluviali con tipologia A*.

3.3.3.7 Alcune problematiche relative agli affluenti

Alcune verifiche hanno mostrato che esistono sezioni non in grado di smaltire la portata di massima piena creando punti critici. Esse sono qui di seguito brevemente descritte.

1_ FE_(CO_BO) : Rio dei Ferrai

La sezione è caratterizzata dalla presenza di una briglia per la ritenzione di materiali sciolti. A valle del paramento verticale è presente una tubazione in calcestruzzo. L'opera è localizzata nella parte alta del bacino.

1_ BU_(CO_BO) : Rio di Butasso

La sezione è caratterizzata dalla presenza di una briglia per la ritenzione di materiali sciolti. A valle del paramento verticale è presente una tubazione in calcestruzzo. L'opera è localizzata nella parte alta del bacino e convoglia le acque al di sotto di una strada sterrata.

1_ NO_(CO_BO) : Rio Noceto

La sezione è caratterizzata dalla presenza di una briglia per la ritenzione di materiali sciolti. A valle del paramento verticale è presente una tubazione in calcestruzzo. L'opera è localizzata nella parte alta del bacino e convoglia le acque al di sotto di una strada sterrata.

2_ CA (LU) : Rio di Caselle

Tubazione in calcestruzzo. L'opera è localizzata nella parte alta del bacino e convoglia le acque al di sotto di una strada sterrata.

2_ VL (VV_PO) : Rio delle Ville

Tubazione in calcestruzzo. L'opera è localizzata nella parte alta del bacino e convoglia le acque al di sotto di una strada.

2_ RC (PO) : Rio Rocca

Ponte SS n° 28. L'opera è localizzata nell'abitato di Pontedassio.

3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO

Le principali criticità del bacino sono diverse e correlate tra di loro. Nel seguito ne è riportato un elenco.

- Stato di manutenzione dei rii: si è constatato il generale degrado degli alvei. Nei letti dei corsi d'acqua sono presenti ingenti quantità di materiali trasportati dalle piene. Spesso l'alveo è totalmente ingombro dalla vegetazione.
- Instabilità delle sponde: nel caso di arginature artificiali la mancanza di una manutenzione attenta e periodica determina un rischio di crollo all'interno dell'alveo. Un eventuale cedimento delle arginature comporta un aumento di materiale in alveo che può essere causa di ostruzione della sezione. Il rischio di cedimenti è presente anche nel caso di sponde naturali dissestate. L'energia della corrente può essere tale da provocare instabilità e successivo crollo.
- Velocità della corrente: le velocità della corrente in situazione di piena sono generalmente elevate a causa delle notevoli pendenze dei rii. Ciò rappresenta un fattore di rischio poiché aumenta la capacità erosiva della corrente, con conseguente incremento del materiale trasportato e aumento della possibilità di scalzamento delle pile e delle platee in alveo.
- Perdita di suolo: i fenomeni erosivi sono causa della degradazione dei suoli e della relativa perdita di fertilità.
- Scarpare rocciose: in corrispondenza della rete viaria si è spesso riscontrata la presenza di scarpare, ovvero pareti rocciose che talvolta, soprattutto con piogge intense, possono scaricare materiale rappresentando un pericolo per l'incolumità pubblica.
- Degrado della vegetazione: il verificarsi di periodici incendi nell'ambito della parte alta del bacino aggrava le condizioni generali del territorio. Questo elemento è infatti correlato a diverse problematiche quali l'instabilità dei versanti, i tempi di corrivazione ecc.
- Degrado dei terrazzamenti: l'abbandono delle campagne è accompagnato da un progressivo degrado dei terrazzamenti che rappresentano un valido esempio di ingegneria naturalistica.
- Morfologia del territorio: la morfologia del territorio (in particolare l'acclività) rappresenta una condizione di rischio.
- Frane attive: sono state censite diverse frane attive. Il rischio è associato al verificarsi del fenomeno franoso e all'area che è potenzialmente interessata. Questo fattore di rischio interagisce con altri fattori quali la degradazione dei suoli, della vegetazione e del trasporto solido negli alvei e la relativa ostruzione.
- Strade: molte delle strade di collegamento tra i diversi centri sono sprovviste di adeguati sistemi per la regimazione delle acque.
- Manufatti in alveo: la presenza in alveo di pile, passerelle, ponti, strade, rifiuti di ogni genere rappresenta una condizione di rischio poiché interferisce con il deflusso della corrente idrica.

- Scarichi in alveo: l'evidente scarico in alveo di prodotti di scarto nella lavorazione olearia ha comportato un degrado delle acque e del fondo del torrente, ricoperto infatti da una patina violacea.
- Rete urbana: In corrispondenza dell'evento di piena del 30.09.1998 si è verificato un allagamento diffuso delle vie cittadine a causa dell'incapacità della rete di drenaggio urbana a smaltire le acque di dilavamento superficiale. Gli allagamenti dovuti a carenze della rete bianca sono spesso responsabili dei principali disagi per la popolazione.
- Presenza di insediamenti in aree a rischio: l'elemento che interagisce maggiormente con i fattori che generano pericolosità è la presenza di insediamenti in prossimità delle aree a rischio.

Interazione dei diversi fattori: le condizioni di rischio risultano tanto più gravi quanto più numerosa è la quantità di fattori contemporaneamente presenti.

3.4.1 Descrizione delle principali criticità di carattere geomorfologico del bacino

Le principali problematiche di tipo geomorfologico del piano di bacino riguardano essenzialmente gli eventi franosi che si sono attivati o riattivati a seguito dell'alluvione dell'autunno del 2000.

Quelli di maggiore importanza, che sulla carta della Suscettività al dissesto (o della Pericolosità) sono riportati come aree in Pg4 e sulla Carta del Rischio sono individuati come zone R2, R3 ed R4, oppure all'interno di estese aree R1 non insediate, sono di seguito riportati:

- **Comune di Chiusavecchia/Località Olivastri** – Si tratta di un'area classificata come R3 sulla Carta del Rischio caratterizzata dalla presenza di una frana attiva di crollo, (Rif. Frana 38/20) in roccia; la roccia ha giacitura a franapoggio e si presenta fratturata, il pendio si presenta acclive e con scadente regimazione delle acque. La frana interessa un'area di 1.000 mq ed una quantità di materiale di 1.000 mc, il dissesto ha portato danni alla S.P. L'intervento proposto (Rif. Int. Gp10) prevede il disgaggio dei blocchi pericolanti, le chiodature e reti paramassi con muro di contenimento al piede, canalizzare le acque di ruscellamento e drenaggi.
- **Comune di Borgomaro/Frazione Conio** - E' paleofrana riattivata costituita da blocchi in matrice argillo-sabbiosa; la roccia ha giacitura a franapoggio e si presenta fratturata ed alterata. La frana interessa un'area di 13000mq il dissesto ha portato danni alla sede stradale e a case sparse. L'intervento consigliato (Gp4) è la riprofilatura del pendio, migliorarne il drenaggio per impedire l'impregnazione idrica, opere di consolidamento con realizzazione di muro di contenimento.
- **Comune di Borgomaro/Frazione Ville San Pietro.** Si tratta di un'area in paleofrana in parte riattivata (sulla carta del Rischio R4). Sono state eseguiti dei sondaggi geognostici con la

messa in opera di inclinometri e piezometri, che permetteranno, dopo un adeguato periodo di monitoraggio, di definire nel dettaglio gli interventi da eseguire.

- Comune di Caravonica** - E' frana di tipo complesso, costituita da materiale misto (rif. Carta n°2 frana 178/12); la roccia ha giacitura a franapoggio e si presenta fratturata ed alterata, il pendio si presenta acclive. La frana interessa un'area di 3.000 mq ed una quantità di materiale di 4.000 mc, il dissesto ha portato danni al centro abitato, a case sparse ed alla S.C., potenziali danni si avrebbero ad acquedotti, fognature ed alla S.P. L'intervento consigliato (Gp5) è il consolidamento del pendio tramite drenaggi e canalizzazioni delle acque superficiali.
- Comuni Vari** – Fronti di cava abbandonati, caratterizzati dalla presenza di roccia molto fratturata in pareti acclivi, per cui necessitano di interventi di sistemazione. Vedere ad esempio la parete rocciosa di fronte al Cimitero di Borgo d'Oneglia sulla quale sono previsti interventi da parte del Comune di Imperia.
- Comune di Imperia/Località Capo Berta** – Si tratta della zona a valle della statale SS1 (sulla Carta del Rischio classificata come R4), caratterizzata dalla presenza di una frana di scivolamento e crollo di blocchi in materiale misto e roccia, causato da interventi antropici, cattiva regimazione delle acque ed abbandono del versante, la roccia si presenta intensamente fratturata. La frana interessa la viabilità della vecchia strada a mare e può essere causa di rischio per la sovrastante S.S. 1. Gli interventi previsti sono rappresentati da reti paramassi, muri palificati e tirantati per la protezione del piede del versante, regimazione delle acque di versante e di quelle provenienti dalla sovrastante S.S.1 ed opere antierosione.
- Comune di Imperia/Località Residenza Capo Berta** – Si tratta di una zona in paleofrana ad Est della Residenza Capo Berta, in tale area sono previsti interventi di monitoraggio rappresentati da sondaggi con la messa in opera di piezometri e inclinometri.

3.4.2 Descrizione delle principali criticità di carattere idraulico del bacino

- Comune di Imperia/località Barcheto/corso d'acqua Rio Campi Rossi.** Il corso d'acqua scorre all'interno di una tombinatura che non risulta verificata idraulicamente, pertanto l'area adiacente è inondabile. Allo sbocco della tombinatura il rio scorre per un brevissimo tratto (circa 5 metri) a cielo aperto, dopo di che scorre al disotto di un ponte che a seguito dell'alluvione del 1998 si è completamente ostruito.
- Comune di Imperia/località Borgo d'Oneglia/corso d'acqua Impero.** La strada è adiacente alla sponda destra in erosione del fiume Impero.
- Comune di Pontedassio/tratto tra confine comunale e località Gombi di Riccio/corso d'acqua Impero-Rio Agazza.** Attualmente in sponda sinistra, di fronte all'immissione del rio Agazza nel torrente Impero, è presente un accumulo di materiale grossolano che, in caso di piena verrebbe trasportato a valle. Più a monte in sponda sinistra è presente un accumulo

di terra che in origine era probabilmente un isolotto. E' possibile infatti constatare la presenza di un ramo, oggi praticamente inutilizzato, del torrente Impero. In sponda destra, l'interno curva è soggetto a fenomeno di erosione. Il tratto terminale del Rio Agazza, in corrispondenza della confluenza con il torrente Impero, è attualmente occupato da diversi elementi che rappresentano un ostacolo al deflusso della corrente, ossia un ponte in pietra a tre fornici di cui uno ostruito da materiale depositato nel tempo, una scogliera di contenimento ad un terreno adibito alla coltivazione degli ortaggi a valle del fornice ostruito, una briglia in condizioni degradate.

-Comune di Chiusavecchia/località Conad Euroemme/corso d'acqua Torrente Impero. In sponda destra è presente una strada soggetta a fenomeni di erosione e nel tratto più a valle il deflusso delle acque non è ottimale, si prevede la realizzazione di una arginatura. In sponda sinistra è in atto un fenomeno di erosione della sponda in corrispondenza del piazzale Nord dello stabilimento.

-Comune di Chiusavecchia/località Sarola/corso d'acqua Torrente Impero-Rio Baghi. Il Rio Baghi, affluente in sponda destra del torrente Impero, è caratterizzato da un tratto a notevole pendenza a monte e da un tratto a minor pendenza in corrispondenza dell'immissione nel corso d'acqua principale. L'attuale situazione del rio mostra la presenza di un trasporto solido particolarmente intenso e di una azione erosiva di notevole entità. In sponda sinistra del torrente Impero, opposto all'immissione del rio Baghi, è attualmente presente il muro di contenimento della soprastante strada statale. Il piede del muro necessita di un consolidamento poiché l'azione erosiva del torrente Impero, dovuta alla presenza di una curva, rischia di comprometterne la stabilità.

-Comune di Lucinasco/località Chiusavecchia Borgoratto/corso d'acqua Torrente Impero. La sponda destra del torrente Impero in corrispondenza dell'abitato di Chiusavecchia e quello di Borgoratto risulta soggetto a fenomeni di intensa erosione durante eventi di pioggia anche di non particolare intensità.

-Comune di Lucinasco/località Borgoratto/corso d'acqua Torrente Impero-Rio Maddalena. Il Rio Maddalena è un affluente di sponda destra del torrente Impero. In corrispondenza della confluenza è stato regolarizzato l'alveo del torrente con muri in cemento armato. Immediatamente a monte dell'immissione nel torrente Impero è presente un ponte in c.a.p. a valle del quale è localizzata una briglia. Il rio trasporta una notevole quantità di materiale grossolano, accumulato alla confluenza, e la conformazione dell'alveo è tale da aver generato una zona in erosione poco più a valle. Nel punto di confluenza in sponda destra è presente un accumulo di materiale inerte non consolidato al piede.

-Comune di Chiusavecchia/località Sarola/corso d'acqua Torrente Impero. In prossimità dell'ITALGRAF, si ha una insufficiente arginatura in riva sinistra.

-Comune di Imperia/località Oneglia/corso d'acqua Rio S. Lucia. In prossimità dell'immissione nel tratto tombinato del Rio S. Lucia sotto l'omonima strada si ha un brusco

restringimento della sezione tombinata, in conseguenza di ciò si verifica un notevole fenomeno di rigurgito nella zona di immissione nel tratto coperto.

-Comune di Imperia/località Oneglia/corso d'acqua Rio S. Lucia. Il tratto tombinato del Rio S. Lucia presenta una sezione complessivamente insufficiente a smaltire le portate di piena.

3.5 VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO

L'alveo di un corso d'acqua è soggetto ad una continua evoluzione determinata da numerosi fattori, tra i quali emerge il trasporto e il deposito di materiali incoerenti da parte della corrente idrica. Il materiale trasportato dalla corrente non deriva solo dalle azioni erosive sui versanti, esercitate dagli agenti atmosferici e da altri corsi d'acqua, ma anche dalla tensione esercitata sul fondo da corrente stessa. Usualmente si distinguono due diversi tipi di trasporto solido: trasporto al fondo e trasporto in sospensione. Nel primo caso le particelle trasportate dalla corrente interagiscono in modo rilevante con il letto granulare dell'alveo, infatti esiste uno scambio intenso fra particelle trasportate e particelle che costituiscono il fondo poiché i materiali solidi trasportati possono muoversi strisciando e rotolando sul fondo dell'alveo. Nel secondo caso le particelle trasportate sono tenute in sospensione dall'agitazione turbolenta del moto e non interagiscono con il fondo, se non in sezioni particolari del corso d'acqua, nelle quali la corrente è caratterizzata da velocità ridotte. Per completezza si cita infine il trasporto per dilavamento che è costituito da quelle particelle che sono trasportate dalla corrente senza alcuna interazione con il fondo. La reale dinamica del fenomeno è estremamente complessa in quanto non esiste un limite di separazione tra i diversi processi di trasporto illustrati, in quanto si verifica un passaggio graduale da un moto di sedimenti per strisciamento ad un moto per rotolamento e per salti fino alla sospensione completa.

3.5.1 Grandezze fondamentali

Le grandezze fondamentali che condizionano la dinamica del trasporto solido sono le seguenti:

ρ = densità dell'acqua

ρ_s = densità del sedimento

d_s = diametro del sedimento

d_{50} = diametro del miscuglio di sedimenti inteso come il diametro delle maglie del setaccio che consente il passaggio al 50% del peso dei granuli componenti il miscuglio

j = pendenza della linea dei carichi

γ = peso specifico del fluido

Y = spessore della lama d'acqua

g = l'accelerazione di gravità

3.5.2 Metodi di stima del trasporto solido

Il principio su cui si basano in genere i metodi di stima del trasporto solido al fondo consiste nella ricerca della tensione tangenziale critica, ovvero quella tensione che provoca il primo movimento del materiale incoerente ed omogeneo posto sul fondo.

Un metodo originale, proposto da Einstein, descrive il movimento delle particelle con riferimento a concetti probabilistici che riguardano lo scambio fra particelle del letto e particelle

trasportate, moto del grano composto da salti e tempo di attesa, salto elementare indipendente dalle condizioni idrodinamiche, diverse intensità di trasporto ottenute dalla modifica della lunghezza del salto, del tempo di attesa e dello spessore dello strato.

La stima del trasporto solido al fondo è stata effettuata attraverso l'applicazione della formula di Meyer-Peter & Muller che si basa sulla separazione degli effetti della resistenza dovuta ai granuli dagli effetti dovuti alla morfologia del fondo. Un secondo calcolo è sviluppato attraverso la stessa equazione utilizzando però i parametri di Einstein.

Il trasporto solido al fondo è dipendente dal prodotto di funzioni che coinvolgono il parametro di Shields, ovvero:

$$g = \frac{\tau_0}{(\rho_s - \rho)gd_s}$$

dove:

τ_0 = tensione al fondo

$\tau_0 = \gamma Y_j$ supponendo il moto uniforme

Equazione di Meyer-Peter & Muller

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} gd_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} gd_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} gd_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

portata solida massica per unità di

larghezza

Equazione di Meyer-Peter & Muller con i parametri di Einstein

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} gd_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8g^{\frac{3}{2}} \left(1 - \frac{g_c}{g}\right)^{\frac{3}{2}} \text{ portata solida massica per unità di larghezza}$$

Risultati analisi del trasporto solido

I risultati si riferiscono alla foce del torrente Impero.

Equazione di Meyer-Peter & Muller

g_s = portata solida massica al fondo per unità di larghezza	157kg/(s m)
G_s = portata solida massica al fondo	15729 kg/s
Q_s = portata volumetrica al fondo	5.93 m ³ /s
q_s = portata volumetrica al fondo per unità di larghezza	
0.059 m ³ /(sm)	

Equazione di Meyer-Peter & Muller con i parametri di Einstein

g_s = portata solida massica al fondo per unità di larghezza	183kg/(s m)
G_s = portata solida massica al fondo	18301 kg/s
Q_s = portata volumetrica al fondo	6.90 m ³ /s
q_s = portata volumetrica al fondo per unità di larghezza	
0.069 m ³ /(s m)	

Percentualmente la differenza tra i due valori è dell'ordine del 15%, pertanto i risultati sono in accordo e possono rappresentare, a livello di ordine di grandezza, il trasporto solido del torrente Impero nella zona alla foce.

3.6 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA (SIC) – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS)

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 riscontrati i seguenti Siti di Importanza Comunitaria (SIC):

3.6.1 IT1315671 “Fondali di Porto Maurizio- San Lorenzo a mare – Torre dei marmi (subsito C)

Caratteristiche generali

Il sito è caratterizzato dalla prateria di *Poseidonia oceanica* insediata prevalentemente su “matte” e confinante verso terra con una prateria di *Cymodocea nodosa*.

Habitat di maggior interesse

Il limite superiore della prateria a *Poseidonia* si trova circa a –8 metri di profondità, mentre quello inferiore giunge a –30. Le formazioni rocciose presenti in vicinanza del limite inferiore del SIC contengono popolamenti del Coralligeno tra cui spiccano gorgonie rosse, spugne, aragoste. Numerose specie vegetali e animali vivono all'interno della prateria di *Posidonia*, tra cui *Hippocampus hippocampus*, *Hippocampus ranulosus*, *Symphodus cinereus*, *Symphodus rostratus*, *Symphodus tinca*, *Xyrichtys novacula*.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

La costa antistante il SIC è notevolmente antropizzata, comprendente barriere, pennelli, opere portuali, riempimenti e massicciate, che devono aver influito sulla qualità e l'ambiente marino. I principali rischi sono la pesca a strascico e le discariche.

3.6.2 IT1315670 “Fondali di Capo Berta – Diano Marina- Capo Mimosa

Caratteristiche generali

I fondali costieri sono caratterizzati essenzialmente da sabbie fini e da praterie di fanerogame marine tra cui domina la *Posidonia oceanica*, che occupa gran parte della superficie tra i –10 ed i –30 metri di profondità e la *Cymodocea nodosa* che costituisce la fascia sottile e continua tra i –5 e i –10 metri.

Habitat di maggior interesse

La prateria di *Posidonia oceanica* è impiantata essenzialmente su “matte” per una superficie di circa 450 ettari ed un’ampiezza compresa fra 500 e 800 metri. Nel complesso questa prateria si presenta in condizioni soddisfacenti con buoni livelli di densità fogliare e di copertura.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

La costa antistante il SIC è notevolmente antropizzata, comprendente barriere, pennelli, opere portuali, riempimenti e massicciate, che devono aver influito sulla qualità e l’ambiente marino. I principali rischi sono la pesca a strascico e le discariche.

3.6.3 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.

La vulnerabilità del sito è rappresentata dall'elevato rischio di incendio.

3.6.4 IT1315602 Pizzo D'Evigno

Caratteristiche generali

Il sito è caratterizzato da un crinale articolato con diverse culminazioni che si dirige da ovest ad est.

Prevalgono calcari marnosi, marne e argilliti che costituiscono il flysh di Sanremo.

Il paesaggio mostra un contrasto evidente fra le praterie secondarie esposte a sud e i boschi a nord.

Habitat di maggiore interesse

Le formazioni erbacee prevalenti comprendono diffuse praterie aride con siti importanti per le orchidee, presenti con circa 20 specie.

Sono presenti ridotti prati da fieno che in seguito all'abbandono da parte dell'uomo, sono gradualmente ricolonizzati dalla vegetazione arborea.

Le cenosi boschive comprendono cedui di castagno, orno-ostrieti e degradate pinete di pino marittimo. Di grande rilevanza floristica è la presenza di *Calicotome ligustica* e *Globularia alipum*, oltre alle numerose orchidee.

Nella fauna si evidenzia il *Colubro lacertino* e diversi uccelli protetti dalle normativa internazionali.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

Le direttive comunitarie indicano fra gli obiettivi di interesse prioritario il mantenimento delle praterie, particolarmente di quelle con popolazioni di orchidee, contrapponendosi a quanto previsto dal PTCP. E' quindi essenziale programmare interventi che prevedono la presenza di prati destinati al pascolo e "isole di rifugio" costituite da soprassuoli di Roverella, Carpino nero e Orniello.

La delimitazione dei SIC 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 ha deliberato che per i Piani di Bacino approvati la valutazione di incidenza venga eseguita in fase di progettazione per gli interventi proposti ricadenti in aree SIC e ZPS .

Al capitolo 5 nella scheda degli interventi previsti sono stati indicati gli interventi per i quali è richiesta la valutazione di incidenza.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 PREMESSA

Il rischio è dovuto all'interazione di una somma di elementi diversi ed è conseguenza di fenomeni associati all'assetto geologico, idrogeologico-idraulico e situazioni legate all'aspetto vegetazionale.

L'individuazione delle aree a rischio idrogeologico suddiviso in rischio idraulico e rischio di frana è esplicitamente richiesta dall'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998, n.180/98",

Inoltre per la redazione di tale carta si è fatto riferimento alle direttive emanate da Comitato Tecnico Regionale: "Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico – carte derivate (CTR29.11.1996); "Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale" (CI 30.4.1999) ; "Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale" (CTR 24.3.1999); " Indicazioni metodologiche per la redazione della carta della suscettività al dissesto dei versanti".

Il rischio totale R è in funzione della pericolosità (P), e del valore dell'elemento a rischio (E) e può essere descritto dall'equazione del rischio:

$$R = P \times E$$

Gli elementi a rischio derivano dalla carta della copertura ed uso del suolo in cui si evidenziano gli insediamenti e le infrastrutture di maggiore incidenza urbanistico – territoriale.

Le classi in cui è stato suddiviso il comprensorio in esame sono le seguenti:

ELEMENTI A RISCHIO	
CLASSI USO DEL SUOLO	TIPOLOGIA
2.3-2.5-3 (E0)	Aree disabitate e/o improduttive
1.4 –2 ad esclusione di 2.1.2.2(E1)	Edifici isolati, infrastrutture viarie minori, zone agricole e/o verde pubblico
2.1.2.2.-1.1.2- (E2)	Nuclei urbani, insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori infrastrutture viarie minori
– 1.1.1- 1.3.1 1.3.2 – 5.2 (E3)	Centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici, storici ed artistici, principali infrastrutture viarie, servizi di rilevante interesse sociale

4.2 CARTA DEL RISCHIO

Il rischio è distinto in quattro classi, ovvero

CLASSI DI RISCHIO	
R0	Rischio molto basso
R1	Rischio basso
R2	Rischio medio
R3	Rischio elevato
R4	Rischio molto elevato

La classe di rischio di una certa area si ottiene come combinazione del valore degli elementi a rischio con le classi di pericolosità secondo i seguenti schemi:

ELEMENTI A RISCHIO	PERICOLOSITA'				
	Pg0	Pg1	Pg2	Pg3	Pg4
E0	R0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R1	R2	R3
E2	R0	R1	R2	R3	R4
E3	R0	R1	R2	R4	R4

ELEMENTI A RISCHIO	P0	P1	P2	P3
	T>500	Fascia c	Fascia b	Fascia a
E0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R2	R3
E2	R0	R2	R3	R4
E3	R0	R2	R4	R4

Gli elementi che concorrono a produrre le situazioni di rischio più evidenti e significativi con la sovrapposizione della pericolosità con l'uso del suolo sono:

1) Perdita di suolo: i fenomeni erosivi sono causa della degradazione dei suoli e della relativa perdita di fertilità.

2) Scarpare rocciose in corrispondenza della rete viaria che in concomitanza di piogge intense, scaricano materiale rappresentando un pericolo per l'incolumità pubblica; tagli stradali

in litologie instabili, soprattutto in caso di sbancamenti di rilevante altezza, possono causare fenomeni franosi

3) Degrado della vegetazione: il verificarsi di periodici incendi nell'ambito della parte alta del bacino aggrava le condizioni generali del territorio. Questo elemento è infatti correlato a diverse problematiche quali l'instabilità dei versanti, i tempi di corrivazione ecc.

4) Degrado dei terrazzamenti: l'abbandono delle campagne è accompagnato da un progressivo degrado dei terrazzamenti che rappresentano un valido esempio di ingegneria naturalistica.

5) Morfologia del territorio: la morfologia del territorio (in particolare l'acclività) rappresenta una condizione di rischio.

6) Frane attive: sono state censite diverse frane attive. Il rischio è associato al verificarsi del fenomeno franoso e all'area che è potenzialmente interessata. Questo fattore di rischio interagisce con altri fattori quali la degradazione dei suoli, della vegetazione e del trasporto solido negli alvei e la relativa ostruzione.

7) Frane quiescenti e paleofrane riattivate

8) Presenza di cave nella parte bassa del bacino. Seppure ormai dismesse, o correttamente gestite, le cave rappresentano una ferita nel territorio difficilmente rimarginabile;

9) Rete urbana: In corrispondenza dell'evento di piena del 30.09.1998 si è verificato un allagamento diffuso delle vie cittadine a causa dell'incapacità della rete di drenaggio urbana a smaltire le acque di dilavamento superficiale. Gli allagamenti dovuti a carenze delle rete bianca sono spesso responsabili dei principali disagi per la popolazione.

Alcune situazioni di area a rischio di limitata estensione non cartografabile nelle scala di piano sono ascrivibili a:

- 1 - Instabilità delle sponde - nel caso di arginature artificiali la mancanza di una manutenzione attenta e periodica può determinare un rischio di crollo all'interno dell'alveo. Un eventuale cedimento delle arginature comporta un aumento di materiale in alveo che può essere causa di ostruzione della sezione e aumento di trasporto solido. Tale rischio può essere conseguente anche per effetto dell'erosione di sponde naturali dissestate.
- 2 - Velocità della corrente: le velocità della corrente in situazione di piena sono generalmente elevate a causa delle notevoli pendenze dei rii. Ciò rappresenta un fattore di rischio poiché aumenta la capacità erosiva della corrente, quindi aumento del materiale trasportato e aumento della possibilità di scalzamento delle pile e delle platee in alveo.
- 3 - Manufatti in alveo: la presenza in alveo di pile, passerelle, ponti, strade, rifiuti di ogni genere rappresenta una condizione di rischio poiché interferisce con il deflusso della corrente idrica.

- 4 - Scarichi in alveo: l'evidente scarico in alveo di prodotti di scarto nella lavorazione olearia ha comportato un degrado delle acque e del fondo del torrente, ricoperto infatti da una patina violacea.
- 5 - Stato di manutenzione dei rii: si è constatato il generale degrado degli alvei. Nei letti dei corsi d'acqua sono presenti ingenti quantità di materiali trasportati dalle piene. Spesso l'alveo è totalmente ingombro dalla vegetazione.
- 6 - Strade che tagliano corpi di frana quiescente o paleofrane: molte delle strade di collegamento tra i diversi centri sono sprovviste di adeguati sistemi per la regimazione delle acque. Inoltre la fitta rete viaria minore, sterrata e/o asfaltata malagevoli, in corrispondenza di intensi fenomeni meteorici si trasformano in vie preferenziali di scorrimento delle acque che, accompagnate da un cospicuo trasporto di materiale solido, confluiscono nei rii minori mettendoli in crisi e instaurano processi di erosione concentrata.

4.3 FATTORI NATURALI LIMITANTI PER LE UTILIZZAZIONI POTENZIALI

Il territorio della Valle Impero è costituito prevalentemente da versanti con accentuata acclività e le piane alluvionali, numericamente scarse, sono spesso di ridotte dimensioni.

Ciò rende difficile la realizzazione di strutture di ampio respiro. Attualmente nell'ambito di tutta la Valle Impero sono in fase di realizzazione due impianti a carattere sportivo che potrebbero rappresentare ulteriori centri di aggregazione (Centro sportivo di Pontedassio – Centro sportivo di Chiusavecchia).

Per lo stesso motivo è, altresì, improponibile uno sviluppo a carattere industriale: oltre alla mancanza di aree adeguate all'installazione di impianti, la tormentata orografia condiziona fortemente la struttura viaria. Attualmente, infatti, l'unica via di comunicazione con i centri produttivi del nord Italia è la S.S. n° 28, tortuosa ed acclive, mentre è completamente assente una linea ferroviaria. E', comunque, in fase di realizzazione la variante della Strada Statale n° 28, che permetterà un più agevole collegamento con il basso Piemonte. La nuova via di comunicazione, rappresenterebbe sicuramente un interessante volano per tutta la zona.

Di fatto, quelle stesse caratteristiche geomorfologiche limitanti per un'economia primaria, possono rappresentare un elemento favorevole ad uno sviluppo di tipo turistico.

Il rilancio del comprensorio dovrebbe, tuttavia, essere accompagnato da un incremento delle attività turistiche nel capoluogo, attraverso la realizzazione di un porto efficiente e competitivo per la nautica da diporto, oltre che, ovviamente, da un potenziamento delle strutture ricettive.

4.4 FATTORI ARTIFICIALI DI DEGRADO AMBIENTALE

L'assenza di zone pianeggianti adatte alle colture ha reso necessaria l'imponente opera di trasformazione del territorio attuata con il terrazzamento dei versanti – le tipiche “fasce” liguri - ossia muri costituiti da pietre prive di leganti e la cui stabilità può essere garantita solo da una rigorosa regolazione delle acque di ruscellamento e dal costante presidio dell'uomo.

La tipicità e l'indiscussa bellezza delle “fasce” sono, tuttavia, compromesse dall'attuale condizione di degrado in cui versano i terrazzamenti, a causa dell'abbandono dell'attività agricola e dei piccoli centri, per cui è venuta a mancare la necessaria manutenzione. Si assiste, pertanto, al costante innesco di fenomeni di erosione e di instabilità che tendono a scalzare i muri a secco. Poiché i fenomeni erosivi sono più intensi laddove esiste un disequilibrio - e i terrazzamenti abbandonati sono un sistema in forte disequilibrio, soprattutto a causa dell'alterazione delle pendenze e della maggiore quantità di suolo rispetto a quella naturalmente presente- è necessario un ripristino ed un recupero delle strutture situate in posizioni maggiormente a rischio.

L'abbandono dei piccoli centri da parte della popolazione, congiuntamente al suo progressivo e generalizzato invecchiamento, rappresenta un fattore di degrado per la conservazione architettonica dei borghi medesimi.

Sicuramente il rischio maggiore per la copertura vegetale del suolo è rappresentato dai numerosi incendi. Oltre alla distruzione del patrimonio forestale il passaggio del fuoco contribuisce all'innesco di fenomeni erosivi per il deterioramento della porzione superficiale del terreno.

Alla presenza di una fitta rete viaria minore, composta prevalentemente da strade sterrate e/o asfaltate malagevoli, sono connesse diverse problematiche:

- in corrispondenza di intensi fenomeni meteorici le strade si trasformano in vie preferenziali di scorrimento delle acque che, accompagnate da un cospicuo trasporto di materiale solido, confluiscono nei rii minori mettendoli in crisi e instaurano processi di erosione concentrata;
- i tagli stradali in litologie instabili, soprattutto in caso di sbancamenti di rilevante altezza, possono causare fenomeni franosi.

Infine si segnala come fattore di degrado evidente, in quanto chiaramente visibile, la presenza di cave nella parte bassa del bacino. Seppure ormai dismesse, o correttamente gestite, le cave rappresentano una ferita nel territorio difficilmente rimarginabile.

4.5 POSSIBILI DISFUNZIONI DI SISTEMI DI MONITORAGGIO E DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE

Nell'ambito del bacino non esiste un'efficiente sistema di monitoraggio. Come illustrato in paragrafi precedenti esistono tre stazioni pluviometriche, due delle quali dotate di termometro, e un idrometro non più in funzione. L'idrometro di Pontedassio che avrebbe potuto fornire dati utili per la taratura del modello elaborato ha esigue registrazioni.

I valori delle massime portate di piena sono stati determinati usufruendo dei dati registrati nelle tre stazioni. Le registrazioni dei pluviometri, tuttavia, sono discontinue e la lunghezza del campione di dati non è ottimale ai fini dei calcoli statistici.

L'ipotesi di considerare dati registrati in bacini limitrofi non è praticabile poiché la situazione del comprensorio collocato ad est (Dianese) è ancora peggiore data la totale assenza di stazioni di misura. Nel comprensorio del torrente Prino e Caramagna si individuano le stazioni di Tavole e Dolcedo che, purtroppo, presentano le stesse carenze delle stazioni del torrente Impero.

E', inoltre, possibile osservare il progressivo abbandono delle stazioni di misura con il passare degli anni. Contrariamente a quanto immaginabile, infatti, nel passato il bacino possedeva un maggior numero di stazioni, ad esempio la stazione idrometrica di Borgomaro e la stazione pluviometrica di Sarola.

Il monitoraggio dovrebbe, inoltre, essere esteso al territorio nel suo complesso attraverso periodiche indagini coordinate nel tempo e nelle modalità, in modo tale da aggiornare costantemente la conoscenza delle caratteristiche dell'ambiente in esame. Nel caso in cui risulti troppo oneroso lo svolgimento di studi periodici, sarebbe necessario riunire gli studi realizzati a livello locale (anche comunale) previa emanazione di specifiche in merito alle modalità di svolgimento degli stessi.

In ordine a quanto sopra emerge una evidente carenza dal punto di vista del monitoraggio che, al contrario, rappresenta una delle prime e fondamentali informazioni per la comprensione degli eventi.